Educación científica y ciencia ciudadana en la era digital

Luis Bengochea
Daniel Meziat
Margarita García
Adriana Zúñiga
(Editores)

OBRAS COLECTIVAS
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN 42

UAH

Educación científica y ciencia ciudadana en la era digital

Obras Colectivas de Ciencias de la Educación 42

Luis Bengochea Martínez
Daniel Meziat Luna
Margarita García Astete
Adriana Zúñiga Meléndez
(Editores)

Universidad de Alcalá

UNESCO
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y El Caribe
EDUCALYC

En el libro "**Educación científica y ciencia ciudadana en la era digital**" se recogen los trabajos presentados en el XII Congreso Iberoamericano de Educación Científica - CIEDUC 2025 – llevado a cabo en la Universidad Nacional (Costa Rica), del 20 al 22 de mayo de 2025. Está editado por Luis Bengochea Martínez, Daniel Meziat Luna, Margarita García Astete y Adriana Zúñiga Meléndez se publica bajo *Licencia Creative Commons Reconocimiento – No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)*. Se permite su copia, distribución y comunicación pública, siempre que se mantenga el reconocimiento de la obra y no se haga uso comercial de ella. Si se transforma o genera una obra derivada, sólo se puede distribuir con licencia idéntica a ésta. Alguna de estas condiciones puede no aplicarse, si se obtiene el permiso de los titulares de los derechos de autor.

Editorial Universidad de Alcalá
Plaza de San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares (España)

Octubre 2025
ISBN: 978-84-10432-84-0

Edición digital

Diseño de la portada: *Marianela Delgado Fernández y Natasha Orozco Céspedes (2025).*

Los contenidos de esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Cátedra Unesco de Educación Científica, de la Universidad Nacional (Costa Rica), de la Universidad de Alcalá (España) ni de ninguna de las instituciones que han colaborado en la organización del congreso.

Organización del Congreso

Universidad Nacional (Costa Rica)

La Universidad Nacional, Costa Rica (UNA) creada en 1973, se encuentra ubicada en la provincia de Heredia. En el contexto de su fase germinativa, recoge lo mejor del pensamiento latinoamericano de la época, y se define como "Universidad Necesaria", con lo que marca el rumbo como una institución al servicio de los sectores menos privilegiados de la sociedad costarricense, al ofrecer igualdad de posibilidades de acceso a la educación superior. El humanismo se complementa con la diversidad de la oferta académica y la rigurosidad de los planes de estudio. La UNA ofrece más de 100 opciones de grado y de posgrado en los diferentes campos del conocimiento humano, como ciencias exactas y naturales, ciencias de la tierra y el mar, educación, ciencias sociales, ciencias de la salud, filosofía, letras, y artes.

Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y el Caribe

La Cátedra UNESCO ha venido propiciando y organizando, durante los últimos veinte años, seminarios, talleres y congresos Iberoamericanos en Argentina, Bolivia, Chile, Cuba, Ecuador, España, Guatemala, Nicaragua y Perú, para el intercambio de experiencias de investigación e innovación pedagógica, didáctica y tecnológica, en el ámbito de la educación científica, entre docentes e investigadores de la Comunidad Iberoamericana de Naciones.

Universidad de Alcalá (España)

Fue fundada en 1499 como avanzada en España de las corrientes renacentistas y humanistas de Europa. Durante los siglos XVI y XVII se convirtió en el gran centro de excelencia académica: en sus aulas enseñaron y estudiaron grandes maestros como Nebrija, Tomás de Villanueva, Ignacio de Loyola, Domingo de Soto, Juan de Mariana, Juan de la Cruz, Lope de Vega, Quevedo, etc. El prestigio de sus estudios, así como de sus maestros y sus constituciones fundacionales, sirvieron como modelo sobre el que se constituyeron las nuevas Universidades en América. En la actualidad es una Universidad moderna de tamaño medio con un Parque Científico y Tecnológico e importantes líneas de investigación, que la convierten en un elemento dinamizador de la actividad en la región y de gran proyección internacional. En 1998 fue declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

Integrantes de la Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y el Caribe

Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)	Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Universidad de Las Tunas (Cuba)	Universidad de San Carlos (Guatemala)
Universidad Ricardo Palma (Perú)	Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Universidad de La Serena (Chile)	Universidad Nacional Autónoma Nicaragua-León
Universidad Autónoma de Madrid España	Fundacion Universidad Autónoma de Colombia
Universidad de Alcalá (España)	Universidad Nacional (Costa Rica)

Comité Científico

Meziat Luna, Daniel. Universidad de Alcalá. España. *Presidente*.

Arias Chavarría, Diana. Universidad Nacional (Costa Rica)
Asencio Cabot, Esperanza. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas (Cuba)
Ballesta Wolmark, Marcela. Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Bengochea Martínez, Luis. Universidad de Alcalá (España)
Budia Marigil, Flor. Universidad Politécnica de Madrid (España)
Cabrera Borges, Claudia. Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Cajas, Fernando. Universidad de San Carlos (Guatemala)
Callejas Restrepo, M. Mercedes. U. de Ciencias Aplicadas y Ambientales (Colombia)
Calonge Garcia, Amelia. Universidad de Alcalá (España)
Carvalho, Ana A. Universidad de Coimbra (Portugal)
Castillo Sequera, Jose Luis. Universidad de Alcalá (España)
Catalán, Jorge. Universidad de La Serena (Chile)
Chavarría, Gilberto. Universidad Nacional (Costa Rica)
Chavarría, Jesennia. Universidad Nacional (Costa Rica)
Chaves, Esteban. Universidad Nacional (Costa Rica)
Cortés, Alberto. Universidad de La Serena (Chile)
De Bustamante, Irene. Universidad de Alcalá (España)
Delgado Fernandez, Marianela. Universidad Nacional (Costa Rica)
Di Laccio, José Luis. Universidad de la República (Uruguay)
Diamant, Ana. Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Diez Folledo, Teresa. Universiad de Alcala (España)
Domínguez Alda, Mª José. Universidad de Alcalá (España)
Dubini, Lilia Micaela. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Duglio Leman, María Isabel. Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Durán Apuy, Alejandro. Universidad Nacional (Costa Rica)
Erice, Ximena. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Farré, Andrea S. Universidad Nacional de Río Negro - Sede Andina (Argentina)
Felix, Julian. Universidad de Guanajuato (México)
Fonseca, Oscar. Universidad Autónoma de Colombia
Fraile Rey, Arántzazu. Universidad de Alcalá (España)
Gamboa Araya, Ronny. Universidad Nacional (Costa Rica)
Garcia Astete, Margarita. Cátedra Unesco de Educación Científica EDUCALYC
García Peñalvo, Francisco José. Universidad de Salamanca (España)
Gutiérrez, José María. Universidad de Alcalá (España)
Hernández, Irene. Universidad Nacional (Costa Rica)
Hernández Barrantes, Marta Elena. Universidad Nacional (Costa Rica)
Jiménez Sánchez, Susana. Universidad Nacional (Costa Rica)
Lastra, Alberto. Universidad de Alcalá (España)
Lescay Blanco, Dayana Margarita. Universidad de Oriente (Cuba)
Lorenzo, María Gabriela. Universidad Nacional de Buenos Aires
Macedo, Beatriz. Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Marcos Lorenzo, José L. Universidad de Alcalá (España)
Marín Vindas, Carolina. Universidad Nacional (Costa Rica)
Márquez Artavia, Xiomara. Universidad Nacional (Costa Rica)
Martínez, Verónica. Facultad de Educación Elemental y Especial (Argentina)
Maturano, Carla. Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
Medaura, Maria Cecilia. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)

Mestre Gómez, Ulises. Universidad Técnica de Manabí (Ecuador)
Meziat Luna, Daniel. Universidad de Alcalá (España)
Mezzetta, Viviana. Instituto Universitario Sudamericano (Uruguay)
Molfino, Verónica. Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Montalvo García, Gemma. Universidad de Alcalá (España)
Moreno, Adriana Nancy. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Navarro, Miguel Angel. Universidad de Alcalá (España)
Ochoviet, Cristina. Universidad de la República (Uruguay)
Oton Tortosa, Salvador. Universidad de Alcalá (España)
Oyarzo, Jaime. Universidad de Alcalá (España)
Parodi, Sebastián. Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Pérez Trejo, Leonor. Instituto Politécnico Nacional (México)
Picado, Esteban. Universidad Nacional (Costa Rica)
Pozo, Jaime, Universidad de La Serena (Chile)
Pozo Municio, Juan Ignacio. Universidad Autonoma de Madrid (España)
Quesada Alfaro, Enid. Universidad Nacional (Costa Rica)
Regueiro-Gómez, Angel. Instituto Superior Politécnico J.Antonio Echevarría (Cuba)
Repetto, Ana Maria Jorgelina. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Ríos Reyes, Marcela. Universidad Nacional (Costa Rica)
Rodríguez, Miriam. Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Rueda, Gabriela. Instituto Politécnico Nacional (México)
Saez de Adana, Francisco. Universidad de Alcalá (España)
Salinas, Teresa. Universidad Ricardo Palma (Perú)
Sarasa Cabezuelo, Antonio. Universidad Complutense de Madrid (España)
Slipak, Monica. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Sosa, Silvia Agustina. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Soubirón, Emy. Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Stari, Cecilia. Facultad de Ingeniería Universidad de la Republica (Uruguay)
Tarabelli, María Florencia. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Torres Sanchez, Patricia. Universidad Nacional (Costa Rica)
Valeiras, Nora. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Valente, Graciela. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Varela, Gabriela. Universidad de la República (Uruguay)
Vazquez-Abad, Jesus. Universsidad de Montreal (Canadá)
Von Chrismar, Ana Maria. Universidad Austral de Chile
Zuñiga Meléndez, Adriana. Universidad Nacional (Costa Rica)

Comité Organizador

Zúñiga Meléndez, Adriana. Universidad Nacional (Costa Rica). *Presidenta*.

Bengochea Martínez, Luis. Universidad de Alcalá (España)
Calonge Garcia, Amelia. Universidad de Alcalá (España)
Castro Vargas, Oscar. Universidad Nacional (Costa Rica)
Chavarría Arroyo, Gilberto. Universidad Nacional (Costa Rica)
Delgado Fernández, Marianela. Universidad Nacional (Costa Rica)
Durán Apuy, Alejandro. Universidad Nacional (Costa Rica)
Erice, Ximena. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Garcia Astete, Margarita. Cátedra Unesco de Educación Científica EDUCALYC
Jiménez Sánchez, Susana. Universidad Nacional (Costa Rica)
Loría Calderón, Andrés. Universidad Nacional (Costa Rica)
Meziat Luna, Daniel. Universidad de Alcalá (España)
Picado Alfaro, Miguel. Universidad Nacional (Costa Rica)
Quesada Alfaro, Enid. Universidad Nacional (Costa Rica)
Ríos Reyes, Marcela. Universidad Nacional (Costa Rica)
Torres Sánchez, Patricia. Universidad Nacional (Costa Rica)
Valeiras, Nora. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

Prólogo

La Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y el Caribe (EDUCALYC) de la Universidad de Alcalá y su red de Universidades asociadas, han venido propiciando y organizando, durante los últimos veintisiete años, seminarios, talleres y congresos Iberoamericanos en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España, Guatemala, Nicaragua, Perú y Uruguay. Los congresos han permitido el intercambio de experiencias de investigación e innovación pedagógica, didáctica y tecnológica, en el ámbito de la Educación Científica, entre docentes e investigadores de la Comunidad Iberoamericana de naciones.

En 2025 hemos contado con la organización local de la Universidad Nacional de Costa Rica, que había solicitado su incorporación a la cátedra en la reunión de sus representantes durante el congreso anterior (el XI Congreso Iberoamericano de Educación Científica), que tuvo lugar en Antigua Guatemala.

En CIEDUC2025, que ha tenido lugar en Heredia (Costa Rica), se han desarrollado un amplio conjunto de actividades, adicionales a las ponencias y posters presentados por los profesores e investigadores participantes, tales como 4 Conferencias Magistrales, 3 Conversatorios, 17 Talleres, así como un conjunto de Actividades Culturales, tal como puede verse en el programa que se encuentra en la página web del congreso (http://www.cieduc.org/cieduc2025/).

Se han organizado en las siguientes líneas temáticas:

- IA en el Aula: Innovación y Desafíos en Educación Científica
- Avances en la implementación del enfoque STEAM
- Educación científica para la ciudadanía más allá de las Aulas
- Inclusión y Diversidad en las Ciencias

En el presente libro, que hemos titulado ***Educación Científica y ciencia ciudadana en la era digital***, se incorporan únicamente las ponencias presentadas en el congreso, que han sido sometidas a una evaluación, "por pares", por los miembros del Comité Científico. De las 121 ponencias presentadas, se publican 80, es decir el 66 %. Estos trabajos han sido elaborados por un total de 279 autores, pertenecientes en su mayor parte a los países en los que hay universidades integradas en la cátedra, pero, además, hay un total de 64 de otros países, en particular de Alemania, Brasil, México, Estados Unidos y Suecia.

Es necesario mostrar el agradecimiento a todos los que han hecho posible la celebración del XII Congreso Iberoamericano de Educación Científica (CIEDUC2025), que ha sido el origen de los artículos que se incluyen en la presente publicación.

En primer lugar, a los autores de las ponencias presentadas y a los expertos que aceptaron las invitaciones de la organización para participar en las Conferencias Invitadas, en los Conversatorios y en los Talleres. También, un agradecimiento especial a los miembros del Comité Científico, por su actividad de revisión de los trabajos presentados.

Por otra parte, hay que dar las gracias a todos los que han participado en la organización del encuentro. Para que pueda llevarse a cabo un evento de esta envergadura es necesaria implicación de una serie de instituciones y la participación de muchas personas, desde las autoridades a las personas que facilitan los distintos medios.

En esta ocasión las instituciones implicadas, más directamente, han sido la Universidad Nacional de Costa Rica y la Universidad de Alcalá (España), con el apoyo del resto de Universidades integrantes de la Cátedra UNESCO EDUCALYC.

Sólo queda desear que esta publicación sea de utilidad para los profesores e investigadores que trabajan en el ámbito de la Educación Científica y que sigamos colaborando las diferentes instituciones para alcanzar los objetivos previstos.

Alcalá de Henares, mayo de 2025

Daniel Meziat Luna
Director de la Cátedra UNESCO EDUCALYC
Universidad de Alcalá, España

Índice de contenidos

Ponencias

Educación científica para la ciudadanía más allá de las Aulas

Experiencia áulica de prueba de desempeño de IAg en la producción versus la evaluación de textos 20
Silvia Umpiérrez Oroño

Ciencia ciudadana y mapeo colectivo: una estrategia de participación comunitaria sobre polinizadores en el Agroparque Sabio Mutis (Colombia) 28
Esperanza Sepúlveda Rojas y Andrés Camilo Pérez Rodríguez

Aplicación del Modelo 5E para alumnado rezagado en Nivel Superior 34
Fabiola Escobar Moreno y Guillermina Ávila García

Tecnologia e Saberes Tradicionais: QR Codes como Ponte entre Universidade e Comunidade no Horto Medicinal da UEG 44
Lais Moraes de Oliveira Porfírio, Laís Naiara Gonçalves dos Reis, Marco Túlio Martins, Natália Jardim Ribeiro, Josimar dos Reis Souza y Thiago Sardinha de Oliveira

Niveles de lectura de egresadas de la LEP 2008, de la Unidad UPN 097 Sur de la CDMX 53
Karina Rodríguez Cortés, Luz María Orozco Torres y Napoleón Antonio Chávez Suárez

El arte y la ciencia integradas como una interdisciplina innovadora en la educación media superior. 62
Inti Arévalo y Karla Castillo

Experiencias de aprendizaje con ODA y evaluación socioformativa 68
Rosa María González Isasi, Celia Reyes Anaya y Karina Rodríguez Cortéz

Sitio web de información territorial: herramienta de apoyo para la divulgación y la educación ambiental del Corredor Biológico Interurbano Cubujuquí, Costa Rica 76
José Ignacio Alvarado Espinoza y Marilyn Romero Vargas

Las Cuestiones Socio Ambientales como escenario de participación en educación comunitaria: Fundamentos desde la ciencia pos normal y la comunidad de pares extendida 86
Sandra Aux y William Mora

Tejiendo Saberes vegetales: Etnobotánica Familiar y Narrativas para la Formación de Ciudadanía Crítica 92
Laura Alejandra Mejia Agudelo y Álvaro García Martinez

Recreando las Matemáticas a través del teatro 100
Catalina Cvitanic y Margarita García Astete

Fragmentación en la inclusión de la dimensión ambiental en la educación formal: retos y perspectivas 108
Luis Fernando Sua Romero

Ciencia ciudadana en las aulas de Costa Rica: percepción docente sobre beneficios y barreras de implementación 118
Héctor Perdomo Velázquez

Didáctica de la programación con software y hardware libre: uso de domótica educativa en bibliotecas populares de Argentina 128
Valentín Basel

Mis Primeros Pasos en Química 136
Ligia Solis Torres, Edwin Salas Gonzalez, Fabio Araya Carvajal, Alina Ramírez Solís, María Fabiola Amey Monge, Yarelin Guzman Castro y Franklin Orellana García

Gestión de Residuos Químicos en la Escuela de Química de la Universidad Nacional 142
Ligia Solis Torres, Silvia Solano-Castro, David Barrantes-Cerdas, German Zárate-Montero, Luis Zárate-Montero, María Fabiola Amey Monge, Alina Ramírez Solís, Luis Daniel Benavides-Meléndez, Franklin Orellana García, Michelle Padilla-Fernández, Maikol Rojas-García y Yarelin Guzmán Castro

Formación en Derechos Humanos para la autonomía indígena por medio del Emprendimiento y la innovación en el colegio de Chinakichá, Talamanca 149
Cynthia Lopez

Libremente ciencia: un caso de alfabetización científica fuera del aula. 154
Brenda Gabriela Ponce, Maria Ximena Erice, Fernanda Marysol Olivera, Maria Florencia Alvarez, María Ximena Erice y Lilia Dubini

Avances en la implementación del enfoque STEAM

Implementación del enfoque STEAM en el desarrollo de habilidades científicas 160
María Helena Quijano

Pesquise como uma menina: educação científica para a redução da desigualdade de gênero em STEM 169
Andréia Ambrósio-Accordi, Iury de Almeida Accordi, Raíssa Perdomo Lopes dos Santos, Marina Toffoli Santos, Marina Santos de Souza y Rafaela da Silva Zilio

El pensamiento crítico para mejorar el desempeño de los estudiantes mediante la lectura de artículos científicos 177
Rosa Ordoñez y Jorge Flores

Elementos importantes de un marco en STEAM. Una revisión bibliográfica 185
Irene Hernández, Carolina Gómez, Katty Vásquez Ávila y Ariella Quesada Rosales

El programa STEAM de enriquecimiento educativo para alumnado de altas capacidades como estrategia de alfabetización científica 194
María Amelia Calonge García, María Teresa Rodríguez Laguna, María Dolores López Carrillo, Germán Ros Magán, Miriam Hernández del Barco, Arantxa Fraile Rey, Alberto Lastra Sedano, Julio Pastor Mendoza, Iñigo Rodríguez Arteche e Irene Suárez Lacalle

Hacia una Educación Rural de Calidad: Educación con Enfoque STEM y Aprendizaje Remoto como Herramientas de Cambio 202
Marcelo Caplan

Sumando ética y filosofía de la ciencia a la educación STEAM en el Colegio Científico Costarricense, Sede San Carlos 212
Rodolfo González y Patricia López

Estrategia de enseñanza para la resolución de situaciones complejos, en el ámbito de las ciencias ambientales 217
Mónica Beatriz Slipak, María Ximena Erice, Alejandra Todaro, Franco Curadelli, María José Santillán y Rodolfo Gustavo Brandi

Un Quinquenio de retos y logros del Proyecto Red UNA STEM 226
Irene Hernández, Maria Arias Andres, Carolina Gómez y Christian Chaverri Ramos

STEAM education and metacognition: possibilities for teaching and learning processes 234
Nicolas Bernardo Matos y Solange Wagner Locatelli

Hacia una nueva oferta educativa de la UNA: Ingeniería matemática en ciencia de datos (IMACID) 243
Jorge Arroyo-Hernández, Byron Jiménez-Oviedo, José Andrey Zamora-Araya, Jeremías Ramírez-Jimenez, Katalina Oviedo-Rodriguez, Federico Mora-Mora y Mónica Quintana-Martínez

Diseño de escenarios de aprendizaje con el enfoque STEAM: experiencias de un curso de capacitación 251
Alejandro Durán Apuy, Gilberto Chavarría Arroyo y Adriana Zúñiga Meléndez

Educación en Ciencias con un enfoque de proyectos STEM 260
Beatriz García-Rivera, Leticia Gallegos-Cázares, Fernando Flores-Camacho y Elena Calderón-Canales

Trabajo Colaborativo como Estrategia Didáctica en Educación Superior 268
Gabriela Lourdes Rueda Morales, Leonor Pérez Trejo, Arturo Fidencio Méndez Sánchez y Victor Ruben Gallegos Cervantez

Integración del enfoque STEM en la enseñanza de la Física Moderna 275
Lihney Johana Méndez Matta, Jesús González Acosta y Jhon De la Hoz Villar

Más allá de un acrónimo: Un análisis crítico y epistemológico de la educación STEM 285
Víctor Gabriel Carvajal Vega

CREA+ : Innovación STEM para el Desarrollo Sostenible y la Inclusión Educativa 295
Yessica Andrea Martínez Becerra, Jhon Freddy Doncel González, Nancy Fabiola Rojas Pineda y Graciela Noy Zea

Divulgación como estrategia STEAM de aprendizaje en un curso de Física universitaria.&Leonor Pérez Trejo, Gabriela Rueda y Jaime Avendaño López 305

Experiencia STEAM en un curso de mecánica clásica a través del diseño y creación de un juguete mecánico 314
Leonor Pérez Trejo, Arturo F. Méndez-Sánchez, Gabriela L. Rueda-Morales y Edith Cortez Martínez

STEAM – Criterio de demarcación 319
Gonzalo Pastor Cotto

La variación del color de la flor en Ipomoea: elaboración de una herramienta didáctica virtual para la enseñanza de la Genética 326
Jorge Arturo Lobo Segura y Maria Nazare Klautau Guimaraes

"Prohibido no tocar" en un aula de química preuniversitaria ¿retroceso o innovación? 333
Laura Elizabeth De Angelis, Cecilia Pirk, Sheila Szaingurten y Sofía Somma

Más allá de la tecnología: La importancia del docente local en la efectividad de la educación remota y el aprendizaje STEM de calidad 338
Marcelo Caplan y Cesar Mora

El futuro de la educación científica en América Latina: tecnologías emergentes y formación docente 348
Susana Jiménez-Sánchez, Fabián Rojas Ramírez, Giselle Ñurinda-Montoya y Kendal Antonio Ruiz-Benavides

Validación multilingüe asistida por IA de actividades STE(A)M alineadas con la equidad de género y los ODS 358
Javier Portillo, Naiara Bilbao, Aitziber Sagastizabal y Arantzazu López de la Serna

La implementación del método STEAM en la enseñanza de la Química Aplicada 367
Graciela Valente y Rebeca Purpora

Uso de conceptos de termodinámica en estudiantes de un primer curso de Física para Ingeniería Agronómica 377
Teresa Quintero, José Gutierrez Berraondo y María Gabriela Lorenzo

IA en el Aula: Innovación y Desafíos en Educación Científica

El tamaño de grupo óptimo en el aprendizaje basado en problemas 383
Jorge Flores y David Anzules

Innovación radical para la gestión de la educación superior 388
Diego Fernando Peña Garnica

Validación del VRNQ en español: un instrumento para caracterizar aplicaciones innovadoras en Educación Científica que utilicen Realidad Virtual Inmersiva 393
Michael Padilla-Mora y Alexa Zúñiga-Serrano

Desarrollo del pensamiento científico en la niñez: Validación del Science-K Inventory en Costa Rica 403
Christopher Osterhaus, Tamara Fuster Baraona y Pablo Andrés Sánchez Campos

Da ficção à ciência: a inteligência artificial generativa na educação e pesquisa científica 410
Iury de Almeida Accordi, Andréia Ambrósio-Accordi y Lucas Paulo Magalhães dos Santos

Metodologias ativas no ensino de Geografia: o Geoverso como ferramenta inovadora no Ensino Superior 418
Laís Naiara Gonçalves dos Reis, Laís Moraes de Oliveira Porfírio, Marco Túlio Martins y Josimar dos Reis de Souza

O uso do geoverso como uma ferramenta metodológica de interpretação da paisagem 428
Marco Túlio Martins, Lais Moraes de Oliveira Porfírio, Lais Naiara Gonçalves dos Reis y Josimar dos Reis de Souza

El valor de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la formación docente actual: ¿A dónde vamos con la IA? 437
María Dolores López Carrillo, María Teresa Rodríguez Laguna y María Amelia Calonge García

IA en el aula: Explorando retos y oportunidades para la innovación educativa en secundaria uruguaya 447
Mariela Questa-Torterolo, Claudia Cabrera Borges y Silvia Umpiérrez Oroño

La inteligencia artificial en educación primaria: una revisión bibliográfica 455
John Jairo Briceño-Martínez y Fredy Ramon Garay-Garay

Inteligencia Artificial en la formación docente: Oportunidades y barreras desde la perspectiva estudiantil 464
Karen Núñez Valdés, Adrián Villegas Dianta, Cristian Sepúlveda y Antonio Castillo

Innovación Educativa: Integrando la inteligencia artificial y las redes sociales en el desarrollo de competencias digitales en estudiantes universitarios 469
Sonia Janneth Limas Suarez, Helver Alexander Limas Suarez y Derly Sirley Sanchez Cuevas

Inteligencia Artificial en la Educación Superior de Ciencias Naturales: Una Revisión Sistemática PRISMA 479
Luis Felipe Paniagua-Orozco, Fiorella Lizano-Sánchez, Ignacio Idoyaga y Carlos Arguedas-Matarrita

Automatización de la triada metacognitiva: estrategia de innovación pedagógica y tecnológica para fortalecer competencias genéricas 490
María Cristina Gamboa-Mora, Nelly Milady López-Rodríguez, Grace Judith Vesga-Bravo y Fernando Hernández-López

La irrupción de la inteligencia artificial en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la Física en Uruguay. Desocultando tensiones y construyendo nuevos sentidos 499
Marcela Ballesta Wolmark y Silvia Sguilla

El uso de inteligencia artificial en la ciencia ciudadana: Herramientas digitales para la educación científica y la participación colaborativa 504
Edwin Gerardo Acuña Acuña

Enseñanza de la cantidad de sustancia a través del modelaje e indagación: una propuesta de trabajo práctico con simulación digital e inteligencia artificial 514
Sandra Angelica Benítez Reyes

La enseñanza del péndulo simple mediante el uso de la realidad aumentada 519
Gilberto Castrejon y Miguel Olvera Aldana

Análisis del feedback en la Educación Superior Ventajas del uso de la inteligencia artificial 528
Jaime Oyarzo

Uso de inteligencia artificial con pensamiento crítico en la formación de docentes 538
Conchas Gaytán Martha Rocio y Rosa Fidela Fragoso Galbray

Innovación en la evaluación curricular del programa de estudio de Biología en secundaria: Perspectiva docente y análisis automatizados con IA 548
Kendal Ruiz Benavides, Giselle Ñurinda Montoya, Gabriela Gutiérrez López y Mariangelina Rodriguez Varela

Diseño y evaluación de aulas virtuales: consideración de los estilos de aprendizaje del estudiante actual 558
Maria Ximena Erice, Monica Beatriz Slipak, Maria Ana Barrozo, Claudia Bertolo, Martina Funes, Nora Marlia, Silvia Musso, Alejandra Todaro y Marcela Yelos

Inclusión de la Inteligencia Artificial (IA) en la Educación en Cambio Climático (ECC): una articulación desafiante y conflictiva 568
John William Barreto Cárdenas y William Manuel Mora Penagos

Inclusión y Diversidad en las Ciencias

Competencias de los docentes y de los estudiantes del siglo XXI para el desarrollo sostenible en el marco de la Agenda 2030 579
Helga Viviana Almeida Sánchez y Maria Helena Quijano

Desarrollo de recursos educativos que reflejan la diversidad cultural, una experiencia en cuatro programas de Educación Ambiental de Colombia y México 587
Esperanza Sepúlveda Rojas, Andrés Camilo Pérez Rodríguez y Laura Jimena Buitrago Duarte

Aportes de las epistemologías feministas a los debates sobre la ciencia y su enseñanza 593
Diana Herrero-Villarreal, Irene Arriassecq y Agustín Adúriz-Bravo

El ecofeminismo latinoamericano: un ejemplo para la didáctica la asignatura de Biología IV 603
Victoria Adriana Ojeda Santiago

Las TIC para favorecer el interés de la lectura en alumnos de educación primaria 611
Karina Cabrera Tellez y Martha Rocío Conchas Gaytán

Reconfigurando saberes en biología: una propuesta didáctica con perspectiva de género 621
Jordan William Cruz Castillo

Habitar la escuela desde las diferencias: discapacidad visual en el CCH Sur-UNAM 629
Maris Sofía Flores Cruz y Jordan William Cruz Castillo

Posters

Uso de ChatGPT en la docencia de Estructuras de Datos en los Grados de Ingeniería Informática 640
Maria José Domínguez y Teresa Diez

Un análisis del interés en el programa de Ciencias Naturales en la Universidad de Mayores de la UAH 644
Teresa Diez Folledo y María José Domínguez Alda

Paisajes sonoros y educación ambiental: una experiencia de aprendizaje en el Corredor Biológico Amistosa 648
Carolina Esquivel Dobles, Alejandro Durán-Apuy, Randall Jiménez-Borbón, Mónica Retamosa-Izaguirre, Jimy Barrantes-Madrigal y Adriana Zúñiga-Meléndez

Talleres

Visualizar lo invisible: Cómo detectar la radiactividad 654
Esteban Picado Sandí, Luis David Badilla Oviedo y David Chacón Obando

Diseño de experiencias de aprendizaje innovadoras con el Museo de Teatro, Gamificación y Matemática 663
Gilberto Chavarría Arroyo y José Romilio Loría Fernández

Educación científica para la ciudadanía más allá de las Aulas

Experiencia áulica de prueba de desempeño de IAg en la producción versus la evaluación de textos

Silvia Umpiérrez Oroño[1]

[1]Centro Regional de Profesores del Sur, Consejo de Formación en Educación, Administración Nacional de Educación Pública (Uruguay)
sumpierrez16@gmail.com

Resumen. Se presenta una experiencia en educación superior, en la cual se persigue comparar el uso de IA generativa como productora y como evaluadora de textos académicos. Para ello, se propuso a los estudiantes solicitar a un chatbot que produjera un texto a partir de un prompt con las temáticas a desarrollar, relacionadas con los temas del programa curricular. El texto debía ser luego corregido disciplinar, ortográfica y sintácticamente por los estudiantes, utilizando un material de referencia proporcionado por la docente. Como segunda tarea, los estudiantes debían producir un texto sobre un tema del programa de su curso, a partir de la consulta de materiales de referencia. Luego, se le pedía al chatbot que lo corrigiera disciplinar, ortográfica y sintácticamente. Se analizaron los resultados mediante análisis de contenido, identificando la cantidad y el tipo de errores cometidos por el chatbot. Se concluye que el chatbot tuvo mejor desempeño como evaluador que como productor de textos.

Palabras clave: inteligencia artificial generativa; educación superior; formación docente; enseñanza de las ciencias; biología.

1. Introducción

La Inteligencia Artificial Generativa (IAg) irrumpió en las aulas de todos los niveles educativos a partir de la popularización de grandes modelos de lenguaje (LLM) iniciada en 2022. La disponibilidad de un sistema que permite obtener resultados, como producciones de texto, imágenes y sonidos, a través del uso de lenguaje natural, levantó barreras que facilitó su incorporación social rápidamente [1]. No obstante, esa circulación social y su ingreso al aula, ha mostrado tener diferentes aristas y aunque podrían representar oportunidades interesantes en la transformación de las formas de aprender y de enseñar, no estarían exentas de riesgos [2] [3] [4]. Algunas de las ventajas las constituyen la velocidad de producción académica, la corrección automatizada, el uso de la IAg como plataforma de creación, diseño e implementación de recursos y estrategias didácticas y la posibilidad de individualizar dificultades en los estudiantes, aún en clases masificadas [5].

Sin embargo, varios son los autores y las organizaciones internacionales que advierten sobre los riesgos de un uso donde no predomine la actitud crítica y reflexiva. Se manifiesta un aumento en la inequidad en el acceso, por falta de infraestructura y

equipamiento, de formación, información y asesoramiento [6]. También se identifica un aumento en la brecha digital y el uso de datos personales con fines económicos o poco éticos [5]. La Unión Europea pone sobre la mesa los problemas en la seguridad en cuanto a las consecuencias de la ejecución de acciones orientadas por información o instrucciones dadas por sistemas de IAg [7]. UNESCO destaca los problemas éticos de quien realiza producciones sin declarar el uso de IAg y por los sesgos que pueden llegar a reflejarse a partir de las hegemonías que dominan la producción de datos desde los que se entrena o alimenta a los LLM [8]. Un caso particular lo constituyen los sesgos que tienen su raíz en la dimensión lingüística de las producciones, como aseveran [9] [10].

Tanto por las oportunidades que ofrecen como por los riesgos que conlleva el uso de esos sistemas, se hace necesario que en el aula se los conozca y utilice críticamente [5] [2] [6]. Así, se podrá generar en las personas y en los sistemas de gestión, posturas críticas, informadas y formadas que conduzcan a actitudes vigilantes.

Un concepto medular que orienta este trabajo es el de las fronteras dentadas. Este concepto, expuesto por [11], describe el punto de inflexión en el que las competencias de un sistema de IA alcanzan sus límites de utilidad y las capacidades humanas pasan a ser las más indicadas. ¿En qué momento se debe desplazar la acción del sistema de IA que se está usando, para tomar el mando la inteligencia humana? Reconocer ese momento exacto, resulta crucial para obtener los mejores resultados en la tarea que está siendo asistida por IA. Para ser experto en identificar las fronteras de las capacidades de cada sistema de IA, que son diferentes en cada contexto, es necesario explorarlas y ponerlas a prueba.

El trabajo que se presenta pretende aportar en ese sentido, analizando una experiencia de enseñanza en educación superior, en la cual se persigue comparar el uso de IAg como productora y como evaluadora de textos académicos. A través de propuestas de aprendizaje enmarcadas en temas de tres unidades curriculares de ciencias biológicas, de la formación de docentes para educación media, se utilizaron sistemas de IAg y se analizó su desempeño. Resultó relevante que los futuros docentes se introdujeran críticamente en el conocimiento del alcance, las limitaciones y la vigilancia epistemológica de estos sistemas.

2. Contenido

La experiencia educativa que se describe persigue mostrar una instancia de uso de sistemas de IAg, en la que se propone superar el uso instrumental, mediante su valoración crítica y reflexiva. El contexto en que se desarrolló fue una institución pública de formación de docentes, de carácter terciario, en la especialidad Ciencias Biológicas, de futuros profesores de enseñanza media. Se contó con la participación de tres grupos de estudiantes de tres unidades curriculares (UC), en tres niveles diferentes y dos modalidades: UC “Seres vivos en su ambiente”, de 1er año, en modalidad híbrida; UC “Zoología I”, de 3er año, en modalidad presencial; UC “Zoología II”, de 4to año, en modalidad presencial.

Particularmente en el uso para la enseñanza de las ciencias naturales, en este caso la biología, a nivel terciario, interesa destacar las complejidades inherentes a la veracidad

y confiabilidad de las producciones de los sistemas de IAg sobre el conocimiento disciplinar. La evaluación que se aplicó a los sistemas de IAg utilizados responden al tipo 1 "Evaluación Técnica" según [12], mediante la evaluación cualitativa del resultado obtenido al aplicar dichos sistemas sobre un conjunto de datos conocidos o proporcionados por la docente del curso. Importa evaluar especialmente, a nivel de educación superior, el uso de lenguaje técnico y la precisión y exactitud de los datos. Al tratarse de la formación de futuros docentes de educación media, dos aspectos más cobran relevancia: que las producciones no contengan errores ortográficos y que estén redactados con una sintaxis adecuada y coherente. De esta forma, los errores que se buscó detectar se clasificaron en disciplinares, ortográficos y sintácticos.

El diseño de la experiencia se basó en que los estudiantes solicitaran a un chatbot que produjera un texto a partir de un prompt con las temáticas a desarrollar o preguntas a responder, relacionadas con los temas del programa de cada unidad curricular. El texto debía ser luego valorado disciplinar, ortográfica y sintácticamente por los estudiantes, utilizando un material de referencia proporcionado por la docente. Como segunda tarea, los estudiantes debían producir ellos mismos un texto sobre otro tema del programa de su curso, a partir de la consulta de materiales de referencia (libro de cabecera del curso). Luego, se le pedía al chatbot que lo corrigiera disciplinar, ortográfica y sintácticamente.

2.1. Objetivos

El objetivo general de la experiencia fue valorar el desempeño de IAg en una propuesta de aprendizaje en el contexto de educación terciaria. Específicamente se persiguió conocer la calidad de su aporte cuando se lo utiliza en la producción y en la evaluación de textos. La calidad se analizó desde lo ortográfico, lo sintáctico y lo disciplinar. Así mismo, se buscó identificar la presencia de sesgos o imprecisiones en las respuestas de los chatbots utilizados.

2.2. Metodología

Se optó por un enfoque cualitativo [13], aunque parte de los datos obtenidos tiene en primer lugar una representación numérica. Los datos numéricos proporcionan una idea inicial de la calidad en las producciones de los sistemas de IAg. Estos datos numéricos (tasa de error por documento) se cruzan con las interpretaciones realizadas por la investigadora sobre el tipo y el carácter de dichos errores. El tipo del error refiere a si es disciplinar, sintáctico, ortográfico u otros no anticipados. El carácter del error refiere a si es pertinente (error adecuadamente situado) o si el error no es pertinente (se identifica como error algo que no lo es). Además se analizaron las producciones en busca de posibles sesgos u otros problemas, tales como la vaguedad en las respuestas o las alucinaciones.

Se contó con 43 documentos. Treinta y siete de ellos fueron producciones de los chatbots elegidos por los estudiantes (a los estudiantes no se les indicó qué chatbot utilizar), siguiendo la consigna de la docente. Consistía en elaborar un texto a nivel terciario, sobre un tema particular del programa curricular: Sistema Nacional de Áreas Protegidas del país (para 1er año), Biología de los Moluscos (para 3er año), Biología

de los Anfibios (para 4to año). Los otros seis documentos son producciones también de los chatbots, a partir de la instrucción de que corrigieran las producciones de los estudiantes sobre un tema particular de su programa, que en este caso fueron de dos unidades curriculares: Biología de los Anélidos (para el grupo de 3er año) y Biología de las Aves (para el grupo de 4to año).

No se persiguió equilibrar las muestras debido que, al tratarse del relato de una experiencia, la cantidad de datos por unidad curricular está determinado por la cantidad de estudiantes. Para subsanarlo, se indicó la cantidad de errores en forma de tasa de error (cantidad de errores/cantidad de documentos). No se buscaron generalizaciones hacia el universo en estudio sino hacia el interior de la muestra.

2.3. Análisis de los datos

Se analizaron los resultados mediante análisis de contenido [14]; se identificó, registró y describió la cantidad, el tipo y el carácter de los errores cometidos por los chatbots. Se establecieron las categorías de análisis, que pueden verse en la Tabla 1. Se mantuvo la categorización abierta a la aparición de otros hallazgos. Por esa razón, las dos últimas categorías presentadas en la Tabla 1, fueron emergentes.

Tabla 1. Categorías de análisis de los documentos.

Categorías	Descripción
Cantidad de errores detectados por los estudiantes	Errores que los estudiantes encuentran al analizar la producción del chatbot
Cantidad de errores detectados por el chatbot	Errores que el chatbot reporta sobre las producciones de los estudiantes
Tipo de error	Ortográfico, sintáctico, disciplinar
Carácter del error	Verificación de que, lo que el estudiante o el chatbot adjudicó como error, realmente lo es
Sesgo	Detección de respuestas del chatbot con una tendencia a responder representando selectivamente solo a un sector de la sociedad, otorgando relevancia o preeminencia sobre los otros sectores no representados
Alucinaciones	Respuestas del chatbot que carecen de coherencia
Falta de especificidad	Respuestas del chatbot vagas, poco precisas

Se procedió a organizar y clasificar los 43 documentos por su origen (producido por los estudiantes/producido por el chatbot) y a dar lectura de cada uno de ellos. Se registró en dos planillas, una para cada origen de documento, la cantidad de errores, con un código que indicaba el tipo de error, si era pertinente o no y si se detectaban sesgo u otros problemas. Se transcribieron en las mismas planillas los segmentos textuales donde se ubicaba cada incidencia y al lado un comentario adicional que mejoraba la comprensión de la interpretación.

3. Los resultados

Los resultados permitieron valorar la calidad de la asistencia de un sistema de IAg cuando se lo utilizó en la producción y luego en la evaluación de textos a nivel de

educación superior. Los modelos por los que optaron los estudiantes fueron ChatGPT, en la mayoría, y en una oportunidad cada uno de los siguientes: Microsoft Bing (Copilot), Luzia, Chatbot AI y BlackBox.IA. En la Tabla 2 se presenta la tasa de error por documento (cantidad de errores/cantidad de documentos) que detectaron los estudiantes en las producciones de los sistemas de IAg.

Tabla 2. Errores detectados por los estudiantes en las producciones de la IAg

Tipo	Pertinencia	Tasa de error
Ortográficos	no fueron pertinentes	0
	fueron pertinentes	0,08
Sintácticos	no fueron pertinentes	0
	fueron pertinentes	0,05
Disciplinares	no fueron pertinentes	0,14
	fueron pertinentes	6,92

Algunos errores son graves: "*Existen actualmente más de 60 áreas protegidas en todo el país.*" (respuesta correcta=19). Otro caso lo constituyen tres imágenes en el que ninguno de los nombres o procesos designados son correctos (ver ejemplo en Figura 1).

Otros errores fueron recurrentes, como nombrar en reiteradas producciones una misma área protegida en un departamento del país, que pertenece a otro departamento del país, o la ausencia de las dos mismas Clases de Moluscos en dos producciones. Otros errores inducen a malas interpretaciones ya que desde el punto de vista disciplinar son imprecisos: indicar que los anfibios tienen "*narices*", que los renacuajos se asemejan a un pez o que los anfibios ápodos se parecen a una lombriz.

Fig. 1. Imagen proporcionada por IAg sobre la metamorfosis de anfibios.

Así mismo, se logró identificar 4 incidencias de sesgos y una incidencia de alucinación, en las respuestas de los chatbots utilizados. Los sesgos fueron fundamentalmente geográficos, ya que muestra desconocer el país, adjudica localidades de un país vecino como propias y otorga categoría de autóctonas a especies que son de

países vecinos. También se identificaron dos sesgos lingüísticos: "*la área protegida*", y el uso de la palabra "*raro*" en vez de "*escaso*". La alucinación se constituyó en nombrar un área protegida que no existe ni en el país ni en el mundo. Esto se constató por medio de una búsqueda en Google: *"Reserva Nacional de Fauna Raseguí, ubicada en el departamento de Lavalleja."*

Al valorar la especificidad en las respuestas, se encontró que en 14 oportunidades, éstas fueron vagas o poco precisas. Por ejemplo, frente al prompt "*Cuántas áreas protegidas hay en el país?*", respondió: "*Actualmente, el país cuenta con alrededor de 16 áreas protegidas"*. Este tipo de respuestas no constituyen aportes relevantes para el usuario.

En la Tabla 3 se presenta la tasa de error por documento (cantidad de errores/cantidad de documentos) que detectó la IAg en las producciones de los estudiantes.

Tabla 3. Errores detectados por la IAg en las producciones de los estudiantes

Tipo	Pertinencia	Tasa de error
Ortográficos	no fueron pertinentes	0
	fueron pertinentes	0,17
Sintácticos	no fueron pertinentes	0,5
	fueron pertinentes	5
Disciplinares	no fueron pertinentes	0,17
	fueron pertinentes	2,17

Como puede verse, el desempeño del chatbot fue bueno detectando los errores sintácticos. Por ejemplo, un chatbot indicó: *"Parásitas y algunas depredadoras" es ambiguo; sería más claro decir "La mayoría son parásitas, aunque algunas son depredadoras."*

Sin embargo, es de destacar que el desempeño en la detección de errores disciplinares fue bueno también. Algunas cuestiones científicas bien particulares fueron identificadas por la IAg, como indicar al estudiante que los nombres de las especies deben escribirse en cursiva, agregar países en la distribución de algunos grupos biológicos o dar mayor precisión a algunas expresiones (por ejemplo, recomendar la sustitución de "*peritoneo*" por *"peritoneo visceral"*).

4. Discusión

Se observó que el desempeño de esos sistemas fue diferente en ambas tareas, ya que se relevó una mayor tasa de errores disciplinares cuando produjo textos. Cuando actuó evaluando las producciones de los estudiantes, hizo aportes de mejora más que nada sintácticos y disciplinares. La mayor tasa de error se ubicó en los detectados por los estudiantes en las producciones de la IAg, donde se identificaron 6,92 errores disciplinares cometidos por la IAg por documento. Le sigue la tasa de errores detectados por la IAg en las producciones de los estudiantes, con 5 errores sintácticos detectados por documento por la IAg en las producciones de los estudiantes. Se puede interpretar entontes que de acuerdo a los resultados de la presente experiencia, la IAg tuvo un desempeño bajo en los datos que proporciona sobre temas específicos de

biología, y demostró un buen desempeño indicando a los estudiantes cómo mejorar la redacción de sus textos.

Las incidencias identificadas como sesgos geográficos o lingüísticos, tienen su origen en que muchos chatbots tienen conflicto con las coordenadas geográficas o con la lengua predominante de los datos con que fueron entrenados versus las ubicaciones geográficas de la información que se le pide o la lengua en que se introduce el prompt [15]. El país donde se desarrolla este estudio es de muy pequeñas dimensiones y baja población y limita con dos naciones de enormes dimensiones y alta población.

Las respuestas erróneas o la poca precisión, pueden dar lugar a interpretaciones equivocadas por parte de los estudiantes, si estuvieran utilizando esa información como única fuente para aprender un tema. Es de destacar la necesidad de reflexionar acerca del origen de tales errores e imprecisiones, ya que en algunos casos pueden deberse también a la forma en que se redactó el prompt [16].

5. Conclusiones

El objetivo general de valorar el desempeño de IAg en una experiencia de aprendizaje en el contexto de educación terciaria, dio resultados que si bien no son generalizables, indican que el uso de sistemas de IAg no tuvieron la misma calidad en diferentes tareas. Hay que mantener una vigilancia epistemológica y académica constante sobre sus producciones. Así mismo, los sesgos fueron un motivo de atención y frecuentemente los modelos proporcionaron información correcta pero de forma vaga o imprecisa.

Las limitaciones de este estudio se ubican en la disparidad de la cantidad de documentos analizados de ambas fuentes: 37 fueron producciones de IAg y 6 son la evaluación de IAg sobre producciones de los estudiantes. Sin embargo, los hallazgos resultan un punto de partida para poner en práctica otras formas de valoración del desempeño de los sistemas de IAg, o dar fundamentos para nuevas modalidades de uso.

El mayor valor de la experiencia llevada adelante radica en ser una manera de combinar enseñanza sobre IA y con IA [2], como asistente en el aula, a la vez que se pusieron en juego conocimientos propios de la disciplina, la biología, y los programas curriculares.

6. Referencias

[1] Sigman, M., & Bilinkis, S., Artificial. La nueva inteligencia y el contorno de lo humano, Debate, 2023.

[2] W. Holmes, The unintended consequences of artificial intelligence and education, Education International, 2023.

[3] B. Williamson, «The social life of AI in education,» *International Journal of Artificial Intelligence in Education,* vol. 34, nº 1, pp. 97-104, 2023.

[4] N. Selwyn, «On the limits of artificial intelligence (AI) in Education,» *Nordisk Tidsskrift for Pedagogikk Og Kritikk,* vol. 10, nº 1, pp. 3-14, 2024.

[5] Flores Vivar, M., & García Peñalvo, F., «Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS 4),» *Revista Comunicar,* vol. 74, nº 1, pp. 37-47, 2022.

[6] Umpiérrez Oroño, S., Cabrera Borges, C., & Questa-Torterolo, M. (Coords.), Inteligencia artificial en educación: Contribuciones desde la teoría, las prácticas pedagógicas y la investigación, Magro, 2024.

[7] U. Europea, «Enfoque europeo de la inteligencia artificial,» 2024. [En línea]. Available: https://digital-strategy.ec.europa.eu/es/policies/european-approach-artificial-intelligence. [Último acceso: 15 diciembre 2024].

[8] UNESCO, «Informe de seguimiento de la educación en el mundo, 2023: tecnología en la educación: ¿una herramienta en los términos de quién?,» 2023. [En línea]. Available: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388894. [Último acceso: 10 diciembre 2024].

[9] A. Artopoulos, «AI and unequal knowledge in the Global South.,» de *AI and Digital Inequities. Policy Insights #04*, NORRAG, 2024, pp. 59-60.

[10] B. Schneider, «Multilingualism and AI: The regimentation of language in the age of digital capitalism,» *Signs and Society,* vol. 10, nº 3, pp. 362-387, 2022.

[11] Dell'Acqua, F., Rajendran, S., McFowland III, E., Krayer, L. Mollick, M., Candelon F., Lishitz-Assaf, H., Lakhani, K., & Kellogg, K., «Navigating the jagged technological frontier,» 2023. [En línea]. Available: https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/24-013_d9b45b68-9e74-42d6-a1c6c72fb70c7282.pdf. [Último acceso: 1 noviembre 2024].

[12] Shi, J., Jain, R., Doh, H., Suzuki, R., & Ramani, K., «An HCI-Centric Survey and Taxonomy of Human-Generative-AI Interactions.,» *ArXiv,* p. abs/2310.07127, 2023.

[13] R. y. M. C. Hernández-Sampieri, Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, McGraw Education, 2018.

[14] K. Krippendorff, Content analysis: an introduction to its methodology, Sage Publications, 2004.

[15] A. Artopoulos, «Imaginarios de IA generativa en educación,» *Revista Hipertextos,* vol. 11, nº 19, p. e070, 2023.

[16] Aubert, E., Gladkoff, L., Andreoli, S., Perillo, L., & Cherbavaz, M. C., «Alquimia didáctica: la interacción de docentes universitarios con la Inteligencia Artificial Generativa,» *Revista De Tecnología E Innovación En Educación Superior,* vol. 10, pp. 37-60, 2024.

Ciencia ciudadana y mapeo colectivo: una estrategia de participación comunitaria sobre polinizadores en el Agroparque Sabio Mutis (Colombia)

Esperanza Sepúlveda Rojas, Andrés Camilo Pérez Rodriguez

Corporación Universitaria Minuto de Dios -UNIMINUTO
esperanza.sepulveda@uniminuto.edu; andres.perezr@uniminuto.edu

Resumen. Este trabajo presenta los avances de la primera fase de investigación del proyecto "SIMBIOSIS", que integra educación ambiental comunitaria, ciencia participativa y EcoArte para la conservación de polinizadores en el Agroparque Sabio Mutis, ubicado en Tena - Cundinamarca, Colombia. Desde un enfoque transdisciplinar, se implementaron actividades de mapeo colectivo ambiental y monitoreos participativo de biodiversidad, utilizando aplicaciones de bases de datos abiertas que empoderan a la comunidad local para registrar y analizar la presencia de diversas especies de polinizadores en su territorio. Este modelo fomenta la colaboración entre estudiantes, profesores y habitantes del municipio, promoviendo la conexión entre la comunidad y su entorno, generando estrategias de educación ambiental que permitan el reconocimiento de las especies que allí habitan, los servicios ecosistémicos que prestan y su importancia en los ecosistemas. Como resultado, se generaron cartografías que visibilizan no solo la relación planta-polinizador, sino también el vínculo entre la población, los polinizadores y las problemáticas ambientales que enfrentan..

Palabras clave: Ciencia participativa. Polinizadores. Mapeo colectivo ambiental. Educación ambiental.

1. Introducción

En Colombia se reconoce la polinización como un servicio ecosistémico estratégico por el rol fundamental que desempeña para la conservación de la diversidad biológica, En Colombia se reconoce la polinización como un servicio ecosistémico estratégico por el rol fundamental que desempeña para la conservación de la diversidad biológica, el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas, la producción de alimentos y la economía mundial. A su vez, el país comparte la preocupación global por el creciente declive de las abejas y demás polinizadores, uno de los principales problemas actuales relacionados con la biodiversidad [1]. A partir de la lista de polinizadores de Colombia publicada por el IAVH (2024), dispone de 264.332 registros biológicos que representan 251 especies (sp.) de polinizadores. Por grupo biológico, en primer lugar, están los insectos con 223 sp. y 4.470 registros, con fuerte presencia de

abejas, moscas, mariposas y escarabajos. En segundo lugar, aparecen las aves con 24 sp. y 250.090 registros, entre las que se distinguen pájaros cantores, colibríes, loros, entre otros. En el último lugar, están los mamíferos con 4 sp. y 9.772 registros [2].

Aunque hay muchos polinizadores, muchas de estas especies están amenazadas y forman parte del libro rojo de especies colombianas [3], por eso es importante continuar construyendo estrategias pedagógicas transdisciplinares que permitan reconocer la importancia y servicios ecosistemas de dichas especies.Dicho esto, la concepción integradora del conocimiento, basada en la epistemología del pensamiento complejo, aboga por procesos transdisciplinares que superen las fronteras entre los saberes disciplinares tradicionales. En la actualidad, la ciencia y las artes han sido percibidas como dominios autónomos con métodos de investigación y concepciones de verdad propios. Sin embargo, la historia de las ciencias demuestra que estas disciplinas no están aisladas, y que la circulación de conceptos y métodos entre ellas puede generar nuevas formas de producción de conocimiento que fomenten el intercambio, la cooperación y la policompetencia [4].

En el contexto del Agroparque Sabio Mutis en Tena, Cundinamarca, se presenta la necesidad de abordar el estudio de los polinizadores desde una perspectiva transdisciplinaria que integre la ciencia ciudadana, la educación ambiental y la educación artística y cultural, en contextos comunitarios y de participación. Este enfoque no se limita a una sola disciplina, sino que considera el problema como perteneciente a la vida misma y al estudio universal.La integración de estas dos perspectivas permite una reflexión estético-filosófica que enriquece el análisis científico. Esta aproximación transdisciplinaria exige la colaboración de grupos creativos que compartan objetivos y metodologías de trabajo, desarrollando un marco conceptual común que genere nuevas teorías, herramientas y técnicas de investigación. En este sentido, la educación transdisciplinaria desempeña un papel fundamental, extendiéndose más allá de las instituciones de enseñanza tradicionales para abarcar todos los aspectos de la vida [5].

2. Materiales y métodos

El enfoque metodológico de este proyecto es mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos para proporcionar una comprensión más completa del fenómeno estudiado. Esta metodología mixta permite la integración de datos numéricos con percepciones y experiencias subjetivas, fortaleciendo así el análisis y la interpretación de los resultados [6]. Sin embargo, esta primera fase de mapeo colectivo y monitoreo de especies se centra en el aprendizaje colaborativo y la acción participativa, aspectos clave en la educación ambiental. Como señalan [7], el aprendizaje colaborativo no solo mejora la comprensión del contenido científico, sino que también fortalece el compromiso comunitario hacia la conservación ambiental [8].

2.1. Área de estudio

Esta investigación se desarrolla en el Agroparque Sabio mutis un espacio dedicado a la educación ambiental, la conservación de la biodiversidad y la agroecología, ubicado en Tena, Cundinamarca, Colombia. El Agroparque (Fig. 1) cuenta con más de 33 hectá-

reas entre ecosistemas de humedal, bosque húmedo y bosque seco tropical donde habita una diversidad de especies biológicas en las que se destacan una gran cantidad de bromelias y orquídeas lo que lo convirtieron en uno de los jardines botánicos de Colombia, pero también un registro de más de 50 especies de mariposas, más de 25 especies de abejas natías y más de 218 especies de aves.

Fig. 1. Mapa Agroparque Sabio Mutis [9]

2.2. Población

Los participantes fueron la comunidad del Agroparque Sabio Mutis y 20 estudiantes de la institución educativa departamental Fidel Cano, con diversidad de grupos etarios y socioeconómicos, con un fuerte arraigo en el entorno rural y una relación estrecha con el ambiente. Muchos de los participantes tienen experiencia en prácticas agrícolas y un conocimiento profundo del territorio, lo que enriquece el enfoque transdisciplinar del proyecto. La comunidad valora el respeto por la naturaleza y la preservación de sus tradiciones, lo que facilita su participación en iniciativas de conservación.

2.3. Fases metodológicas:

A continuación, se presentan las tres fases fundamentales (Fig. 2) para el desarrollo del mapeo colectivo ambiental y los monitoreos participativos de biodiversidad en el Agroparque Sabio Mutis:

Fig. 2. Estrategia metodológica aplicada

Fase 1. Formación y Capacitación:

Talleres de Capacitación: Realizar talleres para capacitar a los participantes en el uso de aplicaciones móviles y herramientas digitales para el mapeo y monitoreo de la biodiversidad. Entrenamiento en Identificación de Polinizadores: Instruir a los participan- tes sobre cómo identificar diferentes especies de polinizadores a través de guías visuales y ejemplos prácticos.

Fase 2. Selección y Uso de Aplicaciones:

Elección de Apps Apropiadas: Seleccionar aplicaciones de mapeo y moni- toreo que utilicen datos de bases abiertas, como iNaturalist y eBird. Recolección de Datos: Realizar salidas de campo donde los participantes puedan colectar datos sobre polinizadores y otras especies, registrándolos en las apps seleccionadas.

Fase 3. Visualización de Datos y socialización:

Análisis de Datos: Utilizar las herramientas y software básicos para analizar los datos recolectados, generando mapas y estadísticas sobre la distribución y variedad de polinizadores en el territorio. Realizar Mapeo Colectivo Ambiental: Siguiendo la metodología de mapeo colectivo [10].

3. Los resultados

El desarrollo del proyecto en el Agroparque Sabio Mutis hasta el momento ha generado resultados significativos en dos aspectos clave: la identificación de polinizadores por medio de la interacción con aplicaciones digitales de ciencia ciudadana y la generación de cartografías participativas que consolidan las percepciones de los estudiantes, docentes y los visitantes del Agroparque.Durante las actividades de monitoreo participativo, se logró registrar un total de 25 especies de polinizadores, incluyendo especies con hábitos diurnos como lo son abejas, mariposas, colibríes y escarabajos, como también especies con hábitos nocturnos o crepusculares como lo son Murciélagos y polillas, a través de aplicaciones como iNaturalist y eBird (Fig. 3).

3.1. Cartografías Participativas

A Partir de los recorridos por el Agroparque Sabio Mutis Se desarrollaron cartografías a través de la metodología de mapeo colectivo ambiental, estos insumos reflejan la distribución espacial de los polinizadores y sus interacciones con plantas nativas e introducidas. Estas cartografías no solo muestran relaciones ecológicas, como la dependencia de ciertas plantas a polinizadores específicos, sino que también incorporan información sobre los usos tradicionales y culturales asociados a estas especies, recopilados mediante entrevistas y talleres.

Fig. 3. Monitorio participativo a través de iNaturalist y eBird y mapeo colectivo ambiental en el Agroparque Sabio Mutis.

El uso del mapeo colectivo ambiental y la ciencia participativa como herramientas educativas ha demostrado ser fundamental para la conservación de los polinizadores en el Agroparque Sabio Mutis. Estos enfoques no solo facilitan la recolección de datos, sino que también fomentan el empoderamiento de las comunidades locales al permitirles participar activamente en el monitoreo y la identificación de especies. La integración de aplicaciones digitales como iNaturalist y eBird en las actividades de monitoreo ha permitido una mayor precisión en la recopilación de datos, lo cual es crucial para la conservación de los polinizadores, ya que proporciona información relevante sobre su distribución y comportamiento en tiempo real.A través del mapeo colectivo, los participantes han podido identificar problemáticas ambientales del municipio que afectan a los polinizadores, como, por ejemplo: las fumigaciones con pesticidas que se realizan en las fincas, la fragmentación de ecosistemas con fines agropecuarios y los efectos del cambio climático.

4. Conclusiones

Este proyecto permitió la combinación de dos metodologías colaborativas por un lado el monitoreo participativo y por otro el mapeo colectivo ambiental lo que ha permitido no solo la identificación de polinizadores, sus interacciones con plantas y el reconocimiento de sus características morfológicas, sino que también ha acercado a la comunidad a reconocer como estas especies se relacionan con algunas problemáticas antrópicas de su territorio que afectan su conservación y como estas especies también son importantes desde los servicios ecosistémicos de provisión soporte, regulación y culturales que prestan.La implementación de tecnologías digitales y metodologías colaborativas ha fortalecido el papel de la comunidad en la generación de datos científicos. La apropiación del conocimiento y la visualización de información a través de cartografías participativas han empoderado a estudiantes, docentes y habitantes locales, promoviendo la construcción de estrategias de conservación basadas en la toma de decisiones informadas. Finalmente, este proyecto resalta la importancia de seguir implementando y ampliando estas estrategias a nivel local, regional y nacional. La conservación de los polinizadores, un servicio ecosistémico vital para la humanidad depende no solo de la acción científica y política, sino también del compromiso de las comunidades en la protección y promoción de estos seres esenciales para la supervivencia.

5. Referencias

[1] Franco, A. R., & Ruíz, L. K. C. (2020). IPBES para ciudadanos: breve aproximación a la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Revista Mutis, 10(2), 37-50.

[2] Nates Parra, G. (2016). Iniciativa colombiana de polinizadores.

[3] Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, A. M., Kattan, G. H., Amaya-Espinel, J. D., y BurbanoGirón, J., (2022). Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.

[4] Morin, E. (2010). Sobre la interdisciplinariedad. Publicaciones Icesi.

[5] N Nicolescu,B.& Núñez-Dentin,N. (2017).Manifiesto La Transdisciplinariedad. Transdisciplinary Human Education, 1(1), 100-224

[6] Sampieri, H., Fernández, C., & Bocceli, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill.

[7] Bower, S. (2021). Eco-Artists: Engaging Communities in a Global Environment. Pomegranate.

[8] Bowers, C., Kogan, M., & Miller, P. (2021). Journal of Environmental Education. https://doi.org/10.1080/00958964.2021.1921234.

[9] Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. (2025). Agroparque Sabio Mutis. UNIMINUTO. https://www.uniminuto.edu/agroparque-sabio-mutis

[10] Reiser, J y Ares, P. (2013). Manual de mapeo colectivo: recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa. - 1a ed.Tinta Limón Buenos Aires.

Aplicación del Modelo 5E para alumnado rezagado en Nivel Superior

Fabiola Escobar Moreno[1], Guillermina Ávila García[2]

[1]CICATA Legaria del Instituto Politécnico Nacional; [2] Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos N° 11 del Instituto Politécnico Nacional (México)

fescobar@ipn.mx; gavilag@ipn.mx

Resumen. Este documento describe el diseño y resultados de un taller diseñado exprofeso para estudiantes rezagados, como experiencia para alfabetizar científicamente a estudiantes de ingeniería, mediante una metodología de aprendizaje activo. Asimismo, en este documento se acredita cómo a través de la materialización que provee la investigación educativa, se pueden mejorar los aprendizajes del estudiantado. Cada etapa del taller se analiza bajo el enfoque estudio de caso, dando como resultado que todos los estudiantes que participaron en el taller mejoraron sus aprendizajes de mecánica clásica.

Palabras clave: Modelo 5E, alfabetización científica, investigación educativa.

1. Introducción

El Instituto Politécnico Nacional (IPN) es la institución pública en México, con el mayor número de egresados por año en ingeniería, manufactura y construcción, 6235 egresados [1]. Es considerada un bastión en la formación tecnológica y científica en México [2]. Sin embargo, sus escuelas de nivel superior tienen baja eficiencia terminal [3], como caso particular para esta innovación didáctica se ejecuta en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del IPN, donde el porciento de egresados titulados por grupo generacional está entre el 46 al 49 en relación con la matrícula inscrita [4].

En el caso de la ESIQIE, al menos en lo concerniente a las unidades de aprendizaje de física, se instruye mayormente con el modelo basado en transmisión-recepción [5], [6].

En el IPN, el interés en la comunidad con rezago académico es parte de la agenda de las autoridades académicas [7]. Al respecto, los estudiantes rezagados se benefician cuando los profesores se comprometen con el aprendizaje de cada alumno, en particular, cuando se ocupan de aspectos didácticos para que los estudiantes logren comprenden los contenidos [8].

Empero, desde su fundación en 1948 [9], y hasta antes de esta experiencia educativa, en la ESIQIE la forma de atender a los estudiantes de recuperación académica (irregulares) se ha basado en lo que acuerda la Academia de Física:

1. Anexión a grupos de alumnos regulares con un aforo máximo de 40 alumnos, cuando el profesor lo autorice y a solicitud expresa de los estudiantes de recuperación académica. Esto significa que deben cursar la unidad de aprendizaje durante todo el semestre en horarios poco flexibles. Respecto al sistema de evaluación se basa en: 70 % evaluación escrita distribuidos 3 evaluaciones departamentales y 30 % evaluación continua, que consta en evidencias de aprendizaje, que mayormente son resolución de ejercicios propuestos en la bibliografía de consulta de física universitaria, esto en armonía con el Plan y Programa de estudios de Mecánica Clásica de la ESIQIE.
2. Presentar una evaluación global en la oportunidad denominada Examen a Título de Suficiencia que abarca todos los temas del programa de estudios, englobados en aproximadamente 5 ejercicios similares a los propuestos en la bibliografía de física universitaria. Esta evaluación debe ser resuelta en 90 minutos.

Por lo tanto, esta innovación a nivel ESIQIE, en su momento fue inédita, ya que, se atiende exclusivamente a alumnado de recuperación académica, para nuestra innovación didáctica se convocó a alumnos con dictamen de última oportunidad, es decir, si no aprobaban al finalizar el ciclo escolar serían dados de baja del IPN. La innovación parte de un diagnóstico vinculado a la hipótesis que el bajo rendimiento académico pudiera estar asociado a un padecimiento neurobiológico, tal como trastorno por déficit de atención (TDAH) contando con asesoría de un experto (médico psiquiatra); pero también a falta de hábitos y técnicas de estudio como reportan: [10]; [11]; [12]; [13], y a la necesidad de aprender de forma disímil. Así, el objetivo de esta investigación fue Diseñar e implementar un Taller basado en el Modelo 5 E para alumnos de recuperación académica.

2. Desarrollo del taller, planeación, estrategia didáctica, recursos y utilizados y forma de evaluación

La génesis del Taller surge de la siguiente inferencia: “si se hace lo mismo de siempre, por lo tanto, no se pueden obtener resultados diferentes”. Entonces, a partir de los datos estadísticos de reprobación y eficiencia terminal, proporcionados en cascada por parte de las autoridades académicas a la Academia de Física de la ESIQIE, se cavila sobre proyectar una estrategia basada en investigación educativa, es decir, que conste de elementos basados en metodologías de aprendizaje activo y ciencia cognitiva, pertinentes para atender a una cohorte de estudiantes, los que están en rezago.

En este tenor, se coincide con el planteamiento de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OCDE]: “Los estudiantes necesitan de un apoyo mayor y mejor para tener éxito en sus estudios y desarrollar las competencias que necesitan en sus futuros empleos […] “[14]. Por lo tanto, si los alumnos tienen dificultades cognoscitivas, se deben atender las causas, esto se derivó de un análisis causa efecto, esta técnica de análisis la aprovisionó el Método ZOPP, que en español significa: Planeación de Proyectos Orientada a Objetivos [15], ya que, se divisó que esta situación afecta la trayectoria académica del estudiantado; pero además la eficiencia terminal para la ESIQIE y por ende para el IPN, ya que, se deja de contribuir con la formación de profesionales que vigorizan la fuerza laboral de México, en un

sector clave para la economía del país: la industria química, la cual es la segunda más grande a nivel nacional y la de mayor aportación económica para México [16].

Así, como se observa en la fig. 1, se analizan las causas del fenómeno del rezago estudiantil, para diseñar una planeación didáctica congruente y pertinente con las necesidades del alumnado.

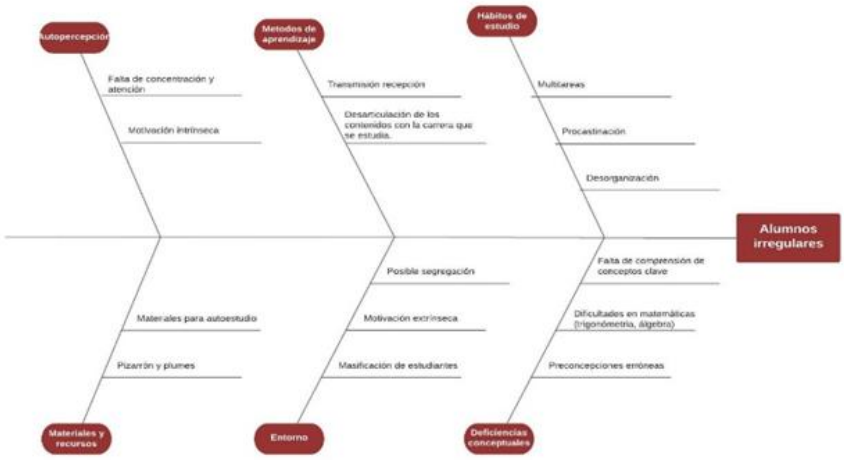


Fig. 1. Análisis causa efecto de alumnado rezagado en la ESIQIE. Fuente: Elaboración propia.

Este análisis causa-efecto, permitió encontrar un área de oportunidad, los alumnos requieren de apoyo y orientación para activar conocimientos previos que requieren movilizar para resignificar otros [17].

Se concuerda con [18], los docentes debemos apoyar y orientar el proceso de estructuración conceptual del alumnado, a través de secuencias didácticas, actividades con contenido pedagógico, retroalimentación señalando áreas de mejora, ya que el andamiaje es un elemento clave del aprendizaje y es la forma en la que los estudiantes adquieren más conocimientos.

Así, los datos sobre índices de reprobación y deserción, no se quedaron en el nivel de reflexión o de expectación, un equipo de investigación se ocupa en proponer una solución basada en investigación educativa, la cual es pertinente, relevante, reproducible y de bajo costo, denominada Taller Intensivo de Mecánica Clásica (TIMC).

2.1. Planeación

Esta innovación didáctica concibió al TIMC como un proceso planificado y estructurado de aprendizaje, que involucrara activamente a los alumnos, donde la finalidad es que demostraran dominio cognitivo sobre Mecánica Clásica en cada actividad y en cada una de las evaluaciones.

En el siguiente enlace se podrá encontrar a detalle la planeación didáctica del TIMC [13]: https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/14275/26375 , donde se especifican tres momentos: inicio, desarrollo y cierre. Así como tiempos y

movimientos tanto de la profesora (primera autora quien fungió como facilitadora en el TIMC) como de los alumnos; además se planea el TIMC articulando los recursos con los que cuenta la ESIQIE.

2.2. Estrategia didáctica

La estrategia didáctica se proyecta mediante un modelo de aprendizaje apto para las ciencias; se utiliza el modelo 5 E el cual se adecua a cada una de las secuencias didácticas. Ya que, se estimula a que cada estudiante reestablezca y reestructure sus conocimientos. Lo anterior es posible; porque el modelo 5 E está diseñado y articulado bajo los preceptos de la neurociencia cognitiva [20]. Este modelo está integrado por cinco etapas entrelazadas y consecutivas, que hacen posible la activación de conocimiento previo y la resignificación de nuevo conocimiento, como se aprecia en la fig. 2 y en la planeación didáctica del apartado anterior. Con el modelo 5 E, cada actividad está esbozada y proyectada para que el alumno sea gestor de su proceso de aprendizaje, la función docente es de acompañamiento.

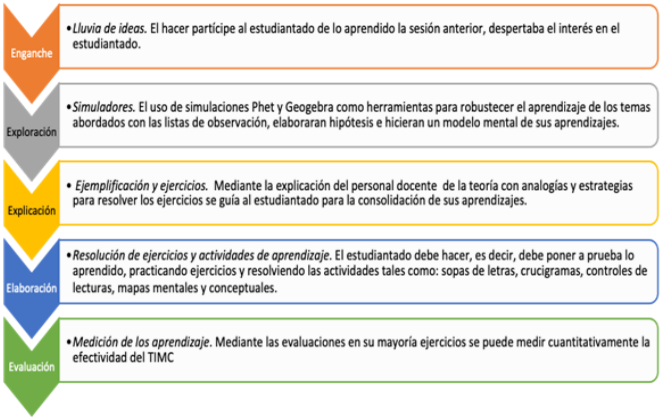


Fig. 2. Modelo 5E adaptado para la planeación didáctica del TIMC. Fuente: [13]

Este modelo ha sido sujeto de varios estudios los cuales han proporcionado evidencia científica significativa sobre la mejora de aprendizajes conceptuales en el área de ciencias fácticas, por parte de los estudiantes [20]; [21]; [22]; [23]; [24]; además de la estimulación de competencias científicas e interés por la ciencia, cuando se utiliza de forma sistemática en las aulas [19].

Debido a que los estudiantes del TIMC mostraron marcadores de inatención según la prueba ADHD Rating Scale [25], es por lo que, se hace uso de gimnasia cerebral a través de ejercicios, para robustecer la atención y concentración, esta decisión está basada en su efectividad y pertinencia con estudiantado universitario según [26].

Por su parte para consolidar los procesos cognitivos se incluyeron actividades como sopas de letras y crucigramas acerca de conceptos de Mecánica Clásica; con estas

actividades el estudiantado logró recuperar conceptos relevantes, además también se fomenta la concentración [27].

El uso de Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), simulaciones *Phet,* en la fase de exploración del modelo 5 E, representaron un bastión en el TIMC, ya que, la ESIQIE cuenta con acceso a internet y tabletas electrónicas. Las TAC, también, provocaron disonancia cognitiva en el estudiantado. A manera de ejemplo para el tópico movimiento en dos dimensiones, tiro parabólico y tiro horizontal, la descomposición vectorial de la velocidad inicial en cualquier instante permite que el estudiantado simule y observe lo que ocurre con la componente horizontal durante la trayectoria parabólica y semi parabólica, respectivamente, concluyendo que no cambia, ver fig. 3.

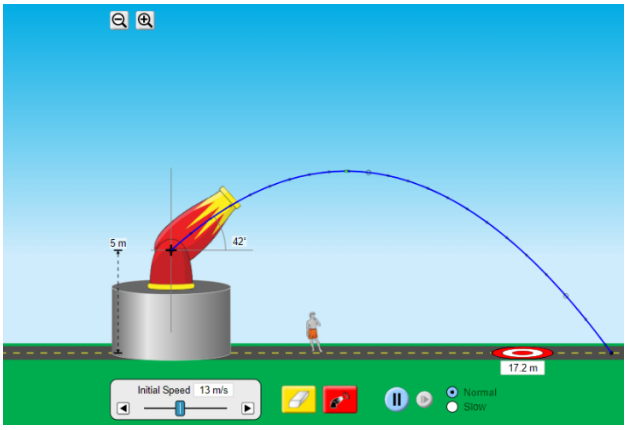


Fig. 3. PhET (simulación interactiva relativa a tiro parabólico). Nota: PhET Interactive Simulations (s.f.) se comparte bajo licencia CC BY-4.0.

2.3. Forma de Evaluación

Dado que en el Reglamento Interno del IPN (RIIPN), Sección séptima de la evaluación, acreditación y certificación de conocimientos, Artículo 39 señala que: "La evaluación del aprendizaje se llevará a cabo a través de exámenes ordinarios, extraordinarios y a título de suficiencia, cuyos requisitos y procedimientos de elaboración, presentación y exención, así como de otros mecanismos de evaluación continua, se realizarán en los términos que fijen los planes y programas de estudio, el presente Reglamento y los reglamentos respectivos" [28].

Se realizaron los siguientes ajustes, en armonía con el RIIPN: en un curso semestral, los alumnos realizan 3 evaluaciones, cada una tiene una duración de 90 minutos; en el TIMC se aplicaron un total 8, una por cada unidad temática cada evaluación tiene el mismo grado de dificultad que las evaluaciones que propone la Academia de Física de la ESIQIE, en un curso ordinario, cada una con una duración de 60 minutos y una evaluación global de opción múltiple con 20 reactivos, con duración de 60 minutos.

No obstante, se introdujo una rúbrica para valorar todo el proceso de resolución de ejercicios esta rúbrica se utilizó para valorar las 8 evaluaciones departamentales, esto también consta en el documento planeación del TIMC, en el apartado de sistema de evaluación, que previamente se menciona, ver fig. 4.

Examen escrito de la unidad temática 1.	Rúbrica de evaluación.	Realizar cada uno de los ejercicios propuestos, siguiendo la técnica: 1. Categorizar (describir el tema que propone el ejercicio). 2. Del ejercicio subrayar datos cualitativos y cuantitativos. 3. Escribir datos, realizar las conversiones de ser necesario. 4. Resolver (seleccionar la fórmula correcta, despejar, realizar las memorias de cálculo). 5. Mostrar los resultados con las unidades correctas.

Fig. 4. Rúbrica para evaluar ejercicios en las evaluaciones aplicadas en el TIMC. Fuente: [13]

3. Resultados e impacto del TIMC

Si bien es certero que, no consta un único conjunto de indicadores para medir impacto de las innovaciones educativas y como la realidad de cada intervención tiene sus propias características y peculiaridades, así deben serlo los indicadores de impacto que se elaboren para la misma [29]. El TIMC convocó a alumnos rezagados debido a la unidad de aprendizaje Mecánica Clásica, pero sólo 10 estuvieron dispuestos a comprometerse con el Taller.

Los resultados e impacto de la innovación educativa descritos a lo largo de este documento se pueden cuantificar de acuerdo con los siguientes indicadores:

- ✓ Consecución del objetivo
- ✓ Efectividad del TIMC, 100 % alumnos aprobados
- ✓ Indicador en cambio de actitudes, ya que, los estudiantes reflexionan que los rasgos no son predeterminados, se aprenden, se practican y consolidan.
- ✓ El estudiantado se percató que necesitaban estrategias de estudio y ejercitarse a través de las actividades de aprendizaje.
- ✓ Se acredita que hay evidencia empírica que constata que la atención personalizada otorgada a cada uno de los estudiantes produjo el efecto deseado, mejorar aprendizajes sobre Mecánica Clásica [13]. Durante el proceso de planeación del TIMC surgieron las siguientes preguntas: 1. ¿qué hábitos de estudios tiene el alumnado de recuperación académica? 2. ¿qué rasgos los caracterizan?; 3. ¿es probable que el rendimiento académico bajo esté asociado un padecimiento neurobiológico, tal como trastorno por déficit de atención (TDAH)? Las respuestas provisionales, representan un avance hacia una explicación basada en hechos y datos sobre el fenómeno de rezago académico. En relación con la pertinencia del aprendizaje, el TIMC toma en cuenta las características del alumnado de recuperación académica y es el docente quien adapta toda la experiencia de aprendizaje a las necesidades del alumnado.

Para responder la pregunta 1 y 2, se recurrió a la construcción del perfil del estudiantado participante (el cual incluye rasgos y hábitos) del TIMC se utilizó la teoría

de los cinco grandes factores de la personalidad (TGFP) de [30], estos autores sostienen que la base de la personalidad en los seres humanos, están dados por rasgos, estos son: extraversión, amabilidad/cordialidad, apertura, neuroticismo y responsabilidad/tesón. Al respecto, se encontró que todo el estudiantado que participó en el TIMC tuvo el rasgo apertura, esto fue especialmente útil porque siempre hubo disposición para hacer todas las actividades de aprendizaje.

En relación con los hábitos de estudio, lo que se monitoreó a través de la bitácora observacional en el TIMC fue lo siguiente: puntualidad; toma de apuntes; atención a las explicaciones; externar dudas; uso de técnicas de aprendizaje; concentración y observación por parte del estudiante; realización de tareas. Se observó que la puntualidad no es un hábito que tuviera el estudiantado, esto también pudiera tener estrecha relación con el tiempo que les toma transportarse de sus hogares a la escuela, esto se analizó a partir de la hoja de vida donde proporcionan estos datos. Asimismo, la puntualidad, también se vincula con el rasgo de responsabilidad que reporta la TGFP. Asimismo, sobre los hábitos, se advierte que la atención y la concentración requirieron de mayor énfasis en las actividades de aprendizaje.

Acerca de la sospecha de padecimiento neurobiológico, vinculado con la pregunta 3. Las respuestas proporcionadas por los estudiantes y un familiar fueron interpretadas por una médica psiquiatra. Así el ADHD-RS indica que, presumiblemente, ninguno de los y las estudiantes excede los puntos de corte establecidos por [25], para esta prueba; pero si hay marcadores de inatención. Por lo que se descarta TDAH. Mayores detalles de estos resultados están reportados en Escobar y Ramírez [24].

Sobre la relevancia, con la materialización y resultados del TIMC se dispone de una forma de atención integral al estudiantado rezagado académicamente, basada en investigación educativa y con resultados probados, porque se utiliza un modelo ideal para las ciencias fácticas, el modelo 5 E.

Acerca de la reproducibilidad, es factible toda vez que la planeación didáctica, es detallada en tiempos y movimientos; la infraestructura de la ESIQIE lo permite, ya que disponen de tabletas electrónicas y conexión a internet; además la planeación didáctica está disponible a todo el público.

La sugerencia de atender a pocos alumnos se debe a que parte del éxito del modelo 5 E estriba en la retroalimentación de las actividades, así a menor número de alumnos, mayor tiempo para realizar revisiones meticulosas de actividades de aprendizaje y mostrar las áreas de mejora de manera personalizada.

Por lo demás, esta experiencia educativa es de bajo costo, ya que no se tendría que pagar tiempo extra a los profesores, para atender a los alumnos bajo el esquema de un Taller; además si la escuela cuenta con tabletas electrónicas o los alumnos cuenta con un teléfono inteligente y conexión a internet, pueden hacer uso de software y simulaciones los cuales son de acceso gratuito y su manejo es intuitivo o, en su defecto, ajustar estas actividades para hacerlas en un lugar donde los alumnos cuenten con acceso a internet. Haciendo la propuesta reproducible, para otras instituciones.

Es un hecho que, la innovación educativa en el Instituto es una práctica escasamente documentada [31]. Y, si bien no hay una guía procedimental para implementar acciones concretas para mejorar los procesos de aprendizaje y enseñanza; también es cierto que

no existe una sistematización institucional de las innovaciones educativas [31], cada unidad académica se solventa con base en sus Manuales Organizacionales.

Para el caso particular de la unidad académica donde se realizó el TIMC, se cuenta con un Manual de organización de [32], donde se adjudica la encomienda a la Subdirección Académica para: "Coordinar y promover la formulación de estudios sobre métodos y técnicas psicopedagógicas, recursos didácticos y nuevas tecnologías acordes con los programas de estudio, que permitan facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje, así como supervisar e instrumentar su aplicación" (p.33). Sin embargo, no hay evidencia escrita de estos estudios.

4. Conclusiones

Por lo tanto, el TIMC, provee una solución a la problemática del rezago en una escuela de ingeniería, de la siguiente manera:
a) Constituye una guía para implementar acciones efectivas para alumnos rezagados, no sólo de física, sino de otras unidades de aprendizaje, ya que, el arquetipo del TIMC es replicable.
b) Responde a una necesidad tácita de atención personalizada para alumnos que han visto entorpecida su trayectoria académica por variados factores.
c) Provee a la ESIQIE y al IPN, de una experiencia educativa eficaz, diseñada de forma multidisciplinaria, sistemática y que está documentada. Ya que, al ser un estudio de caso y a la luz de los resultados en la unidad de aprendizaje Mecánica Clásica, es factible extrapolar esta experiencia a otras unidades de aprendizaje y/o programas dentro del IPN.

5. Referencias

[1] Data México (2024). Instituto Politécnico Nacional. https://datamexico.org/es/profile/institution/instituto-politecnico-nacional
[2] Dirección de Egresados y Servicio Social (2012). 75 Aniversario del IPN Egresados distinguidos. https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/6868
[3] Román, J. (11 de febrero 2020). Becas federales no sirvieron para mejorar eficiencia terminal en el IPN; son muy bajas https://www.jornada.com.mx/2020/02/11/sociedad/031n2soc
[4] Silva, G. (2021). Propuesta de trabajo Dirección de la ESIQIE (2021-2024). Https://www.ipn.mx/assets/files/esiqie/docs/Inicio/candidatos/Propuesta%20de%20Trabajo-GSO.pdf
[5] Escobar, F., Ávila, G., y Suárez, L. (2021). Herramientas para la implementación del ABP y DIPCING en ingeniería en una modalidad híbrida. Sinéctica. *Revista Electrónica de Educación, (58), e1343*,1-27. *https://doi. org/10.31391/S2007-7033 (2022)*, -0058-009
[6] Escobar, F. y Vargas, S. (2022). El aprendizaje de gráficas cinemáticas a través del modelo ADDIE utilizando un enfoque neuro-educativo. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, *13*.
[7] Reyes, A. (2022). Respuesta a pliego petitorio. https://www.ipn.mx/assets/files/ccs/docs/identidad/2022/09/pliego-petitorio-firmado.pdf

[8] Cengage (2021). *Cuatro acciones para ayudar a los estudiantes rezagados.* https://latam.cengage.com/cuatro-acciones-para-ayudar-a-los-estudiantes-rezagados-2/
[9] Quiminet (2011). La historia de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del IPN https://www.quiminet.com/articulos/la-historia-de-la-escuela-superior-de-ingenieria-quimica-e-industrias-extractivas-esiqie-del-ipn-2586885.htm
[10] Jara, D., Velarde, H., Gordillo, G., Guerra, G., Arroyo, C., y Figueroa, M. (2008). Factores influyentes en el rendimiento académico de estudiantes del primer año de medicina. *Anales de la Facultad de Medicina,* 69(3), 193-197.
[11] Huertas, N. (2015). Estudio sobre hábitos de estudio y rendimiento académico de los estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Sede Huaral durante el año académico 2015. *Logos*, 7(1), 1-10.
[12] Najarro Vargas, Justina. (2020). Hábitos de estudio y su relación con el rendimiento académico de los estudiantes del segundo año de la Escuela Profesional de Medicina de la Universidad Nacional de San Marcos, Perú. *Conrado*, *16*(77), 354- 363
[13] Escobar F. y Ramírez, M. (2022). Diseño, implementación y resultados de un taller para estudiantado reprobado de física universitaria en ingeniería química. *Revista Electrónica Educare*, *27*(1), 1-25.
[14] OCDE (2019). Higher *Education in Mexico: Labour Market Relevance and Outcomes, Higher Education*, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/9789264309432-en..https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/6868
[15] Meléndez, N. (2018). Modelo Alemán para Planificación de Proyectos. https://www.pefft.usach.cl/sites/pefft/files/modelo_aleman_de_planificacion_de_proyectos.pdf
[16] ANIQ (2019). Asociación Nacional de la Industria Química (2019). *Participación de la industria química en el PIB*. Recuperado el 29 de septiembre del 2021, de https://aniq.org.mx/anuario/2019/Capitulo2/participacionPIB.html
[17] Carr, S. C., & Thompson, B. (1996). The effects of prior knowledge and schema activation strategies on the inferential reading comprehension of children with and without learning disabilities. *Learning Disability Quarterly, 19*(1), 48–61.
[18] Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R., Kyza, E., Edelson, D. & Soloway, E. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *Journal of the Learning Sciences, 13*, 337–386.
[19] Ruiz, H. y Bybee, R. (2022). The cognitive principles of learning underlying the 5E Model of Instruction. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-9. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00337-z
[20] Bastida, D. (2019). Adaptación del modelo 5E con el uso de herramientas digitales para la educación: Propuesta para el docente de ciencias. Revista Científica, 34(1), 73-80.
[21] Escobar, F. y Luna, V. (2020). Campo magnético en el aula virtual en época de pandemia. *Revista de enseñanza de la física*, *32*(2), 109-126. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/31324
[22] Bahtaji, M. (2021). The Role of Math and Science Exposure on the Effect of 5E Instructional Model in Physics Conceptions. *Journal of Baltic Science Education*, *20*(1), 10-20. https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.10
[23] Escobar, F., Ávila, G. y Suárez, L. (2022). Enseñanza de los vectores con la red de actividades del pararrayos. Un Estudio de Clases virtual en Ingeniería Química Industrial. *Innovación Educativa, 21* (87), 55-75. https://n9.cl/qu2uo
[24] Escobar, F. y Ramírez, M. (2023). El desarrollo de la alfabetización visual con el modelo 5E para el aprendizaje de las Leyes de Newton. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, *14*(27)1-23. https://doi.org/10.32870/dse.v0i27.1306
[25] Richarte, V., Corrales, M., Pozuelo, M., Serra-Pla, J., Ibáñez, P., Calvo, E., ... & Ramos-Quiroga, J. A. (2017). Validación al español de la ADHD Rating Scale (ADHD-RS) en adultos: relevancia de los subtipos clínicos. *Revista de Psiquiatría y Salud Mental*, *10*(4), 185-191.

[26] Romero, R., Cueva, H. y Barboza, L. (2014). La gimnasia cerebral como estrategia para el desarrollo de la creatividad en los estudiantes. *Omnia*, 20(3), 80-91. https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091006.pdf
[27] Olivares, J. C., Escalante, M., Escarela, R. Campero, E., Hernández, J. L. y López, I. (2008). Los crucigramas en el aprendizaje del electromagnetismo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,5*(3), 334-346. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.07
[28] Instituto Politécnico Nacional (1983). Acuerdo por el que se expide el Reglamento Interno del Instituto Politécnico Nacional. https://www.aplicaciones.abogadogeneral.ipn.mx/reglamentos/reglamento-interno.pdf
[29] Torres, M. y Ochoa, M. (2019). Aprendiendo a evaluar el impacto de las intervenciones de EpD. https://www.fundacionalbihar.org/wp-content/uploads/Queiron-II_ALBIHAR_2019.pdf
[30] McCrae, R. R. y Costa, P. T., Jr. (2004). A contemplated revision of the NEO Five- Factor Inventory. *Personality and Individual Differences*, *36*(3), 587-596. https://doi.org/10.1016/S0191- 8869(03)00118-1
[31] Instituto Politécnico Nacional (2017). *Programa Institucional de Innovación Educativa Coordinación General de Formación e Innovación Educativa*. https://www.siie.cgfie.ipn.mx/_documents/piine_2.pdf
[32] ESIQIE (2015). *Manual de procedimientos: Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas.* https://www.aplicaciones.abogadogeneral.ipn.mx/MOP/NS/ESIQIE/MP%20ESIQIE.pdf

Tecnologia e saberes tradicionais: QR codes como ponte entre Universidade e comunidade no Horto Medicinal da UEG

Lais Moraes de Oliveira Porfírio[1], Lais Naiara Gonçalves dos Reis[2], Marco Túlio Martins[1,] Natália Jardim Ribeiro[1], Josimar dos Reis de Souza[2] Thiago Sardinha de Oliveira[3]

[1] Departamento de Geografia. Unidade Universitária de Itapuranga. Universidade Estadual de Goiás (Brasil)
lais.oliveira@ueg.br; laisngr@ueg.br; marco.martins@ueg.br; nataliajrib@gmail.com;

[2] Departamento de Geografia. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Brasil) josimarsouza@cefetmg.br;

[3] Departamento de Farmácia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (Brasil) thiago.sardinha@ufvjm.edu.br;

Resumo: A implementação de QR Codes no Horto Medicinal da UEG Itapuranga foi analisada como uma ferramenta educativa e extensionista. O objetivo foi compreender de que forma essa tecnologia pode ampliar o acesso ao conhecimento sobre plantas medicinais, integrando saberes tradicionais e acadêmicos. A pesquisa, de caráter qualitativo e exploratório, envolveu observação participante e análise documental. Os resultados apontam que os QR Codes facilitam a disseminação de informações, promovem um aprendizado interativo e fortalecem a educação ambiental. Conclui-se que essa tecnologia contribui para a valorização do conhecimento populares e a conservação da biodiversidade, destacando-se a importância de sua manutenção e aprimoramento para ampliar seu impacto social.

Palavras-chave: QR Codes. Plantas medicinais. Educação ambiental. Extensão universitária. Saberes tradicionais.

1. Introdução

O uso de plantas medicinais está enraizado nas tradições culturais e práticas terapêuticas das comunidades brasileiras, a valorização dos saberes tradicionais associados às plantas medicinais desempenha um papel importante na promoção da saúde pública e no desenvolvimento sustentável [1]. Destaca-se que a etnobotânica, que estuda a relação entre os povos e as plantas medicinais, tem se mostrado uma abordagem eficaz para a preservação desses conhecimentos e para a integração da medicina popular com a ciência moderna [2].

Diante da crescente necessidade de preservar e difundir esses conhecimentos, a implantação do Horto Medicinal da UEG Itapuranga surgiu como uma iniciativa para

a conservação da biodiversidade e o fortalecimento das práticas fitoterápicas. O projeto Farmácia Viva do Xixá foi idealizado para integrar ensino, pesquisa e extensão, promovendo o uso sustentável de plantas medicinais e sua valorização no contexto acadêmico e comunitário, buscando a aproximação da população aos conhecimentos tradicionais, ao mesmo tempo em que fornece suporte científico para a aplicação segura das plantas na saúde pública [3].

Contudo, o conhecimento popular sobre a utilização de plantas medicinais tem sido gradativamente esquecido. Sabe-se que grande parte dessas informações é detida por pessoas idosas, que nem sempre conseguem transmiti-las às gerações mais jovens, seja por desinteresse ou pelas mudanças nos estilos de vida contemporâneos [4]. Nesse sentido, ressalta-se a necessidade de se adotar estratégias de Educação Patrimonial, considerando que as plantas medicinais representam tanto um patrimônio natural quanto um patrimônio cultural, sendo essenciais para a preservação da biodiversidade e das vivências sociais associadas ao seu uso [5].

Atualmente, a tecnologia vem se destacando na educação não formal, possibilitando a transmissão de conhecimento em espaços alternativos como hortos, museus e centros comunitários [6], são espaços onde a aprendizagem tem como característica a autonomia, interatividade e relevância social, permitindo que os indivíduos tenham experiências educativas personalizadas [7]. Assim, o uso de ferramentas digitais nesses contextos aumenta a acessibilidade à informação, potencializa a aprendizagem e curiosidade científica [8].

Dessa forma, percebe-se que a utilização de recursos tecnológicos pode fortalecer a conexão entre o saber tradicional e a ciência moderna, promovendo a acessibilidade e incentivando o uso sustentável da biodiversidade. Além disso, ao integrar esses dispositivos no ensino e na extensão universitária, amplia-se a disseminação do conhecimento científico e cultural de forma inovadora e acessível. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar a implementação dos QR Codes no Horto Medicinal da UEG como ferramenta educativa e extensionista.

2. Metodologia

Este estudo foi conduzido através de uma abordagem qualitativa e exploratória, que caracterizada pela busca da compreensão aprofundada de um fenômeno em seu contexto natural [9]. Esse tipo de abordagem permite analisar subjetividades, interações sociais e dinâmicas culturais relacionadas ao uso dos QR Codes no horto medicinal. A pesquisa exploratória é utilizada quando há necessidade de melhor entendimento sobre um tema ainda pouco estudado, possibilitando um olhar investigativo sobre as potencialidades e desafios do uso dessa tecnologia para a difusão do conhecimento sobre plantas medicinais [10].

A observação participante foi adotada como técnica central para o acompanhamento do uso dos QR Codes pelos visitantes do horto medicinal. Segundo Angrosino [11], essa estratégia metodológica possibilita a inserção do pesquisador no ambiente estudado, permitindo a coleta de dados a partir da interação direta com os sujeitos envolvidos. No presente estudo, essa técnica foi utilizada para compreender como os

visitantes interagem com os QR Codes, quais informações foram mais acessadas, além disso, foram analisados registros documentais da implementação do horto medicinal.

QR codes são códigos de barras bidimensionais que podem armazenar diversas informações, como URLs, textos, imagens, SMS, números de telefone e outras informações. Assim, para a criação dos QR Codes foi utilizada a plataforma QR Code.io, nela é possível editar e gerenciar o material produzido. Após a criação do código, a leitura pode ser realizada por câmeras de dispositivos móveis equipados com softwares apropriados para escaneamento, garantindo acessibilidade e praticidade na obtenção de informações [13].

A validação dos conteúdos digitais associados aos QR Codes seguiu etapas rigorosas. Inicialmente, foram realizadas pesquisas bibliográficas em artigos científicos, livros de referência, bases de dados oficiais e documentos institucionais. Em seguida, os textos foram elaborados contemplando nome popular e científico, propriedades terapêuticas, indicações de uso, formas de preparo e orientações de cultivo. Esse material passou por revisão técnica de docentes e pesquisadores das áreas de Geografia e Farmácia, assegurando consistência e fidedignidade das informações.

Para garantir acessibilidade, os conteúdos foram vinculados a códigos QR gerados na plataforma QR Code.io, que permite gerenciamento e edição contínua. Além disso, testes de leitura em diferentes dispositivos móveis foram realizados para assegurar a funcionalidade do sistema; e a estrutura final visou facilitar o acesso à informação científica e tradicional de maneira interativa e didática

Os QR codes foram fixados em placas de plástico, levando-se em consideração fatores como custo, qualidade de impressão e resistência às condições climáticas. E para garantir maior durabilidade, os códigos foram impressos em adesivos de vinil, protegendo as informações contra o desbotamento causado pelo sol e deterioração provocada pela chuva.

3. Resultados e Discussão

O Horto Medicinal da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Itapuranga, foi implantado em julho de 2024 como parte do projeto “Farmácia Viva do Xixá”, uma pesquisa realizada em parceria com diferentes instituições de ensino (UFVJM e CEFET-MG) com o objetivo de integrar ensino, pesquisa e extensão, promovendo o uso sustentável de plantas medicinais e a valorização do conhecimento tradicional. A iniciativa surgiu a partir da constatação da forte presença do conhecimento popular sobre fitoterapia entre a população local, especialmente em áreas rurais, e da necessidade de preservar e transmitir esse patrimônio cultural [3].

A unidade demonstrativa foi instalada em uma área de aproximadamente 85 m² dentro da universidade e estruturada com base em critérios fitoterápicos, ambientais e socioculturais, contemplando 24 espécies medicinais de relevância popular e científica [12], são elas: Alecrim (*Rosmarinus officinalis*); Alfavaca (*Ocimum gratissimum*); Arnica (*Arnica montana*); Arruda (*Ruta graveolens*); Babosa (*Aloe vera*); Babosafolha-fina (*Aloe arborescens*); Boldo (*Plectranthus barbatus*); Camomila (*Matricaria chamomilla*); Capim Santo (*Cymbopogon citratus*); Carqueja (*Baccharis trimera*); Cavalinha (*Equisetum arvense*); Citronela (*Cymbopogon nardus*); Erva-cidreira

(*Melissa officinalis*); Funcho (*Foeniculum vulgare Mill.*); Gengibre (*Zingiber officinale*); Guiné (*Petiveria alliacea*); Hortelã (*Mentha spicata*); Lavanda (*Lavandula angustifólia*); Manjericão larga (*Ocimum basilicum*); Moringa (*Moringa oleífera*); Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*); Poejo (*Mentha pulegium*); Saião (*Bryophyllum pinnatum*); Sálvia (*Salvia officinalis*); Tanchagem (*Plantago major*), todas amplamente utilizadas na medicina tradicional.

Cada dia mais a educação ambiental enfrenta grandes desafios, entre eles, o de sensibilizar o maior número possível de pessoas. Diante disso, é essencial diversificar estratégias, aproveitando os avanços tecnológicos como aliados na transmissão de informações [14]. Nesse cenário, destacam-se as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que englobam dispositivos capazes de processar e tratar dados, seja em produtos ou processos [15]. A incorporação das TIC à educação ambiental tem se mostrado relevante por facilitar a comunicação e ampliar o acesso ao conhecimento, promovendo uma abordagem mais envolvente, participativa e alinhada aos hábitos de uma sociedade cada vez mais multimidiática [14].

O possível aproveitamento das tecnologias digitais no contexto da Educação Ambiental tem sido amplamente investigado em estudos internacionais recentes, com destaque para iniciativas que utilizam QR Codes como ferramenta de mediação do conhecimento [16] [17] [18].

Alinhado a essa perspectiva, o Horto Medicinal da UEG Itapuranga incorporou os QR Codes como recurso pedagógico, visando ampliar o acesso às informações sobre as espécies cultivadas. A proposta permitiu que visitantes e estudantes consultassem, de forma rápida e autônoma, dados científicos e populares sobre as plantas medicinais, fortalecendo o vínculo entre o conhecimento tradicional e a ciência acadêmica. Assim, os QR Codes assumiram um papel estratégico na dinamização do espaço, promovendo a interatividade, o engajamento e a valorização deste conhecimento local, contribuindo significativamente para os objetivos de educação ambiental e extensão universitária.

Após uma extensa revisão bibliográfica, as informações sobre essas plantas foram sistematizadas em placas educativas, contendo QR Codes que direcionam para arquivos digitais e páginas informativas, conforme observados na figura 1. Essas placas permitiram aos visitantes acessar dados detalhados sobre as espécies, incluindo nome científico, propriedades terapêuticas, formas de uso, preparo e cultivo. A utilização desse recurso facilita a difusão do conhecimento e promove um aprendizado interativo, beneficiando estudantes, pesquisadores e a comunidade em geral [12].

Como parte do processo de monitoramento da eficácia da ferramenta, foram analisadas as métricas de acesso aos QR Codes instalados nas placas informativas do Horto Medicinal. Esses dados, obtidos por meio da plataforma de gerenciamento utilizada para a criação dos códigos, permitiram observar a frequência de escaneamento por espécie. As métricas revelam um crescente interesse dos visitantes pelo conteúdo digital, especialmente em espécies com uso popular mais difundido, como Babosa (*Aloe vera - 32*); Boldo (*Plectranthus barbatus - 27*); Camomila (*Matricaria chamomilla- 22*); Erva-cidreira (*Melissa officinalis - 21*); Gengibre (*Zingiber officinale - 18*); e Hortelã (*Mentha spicata - 17*).

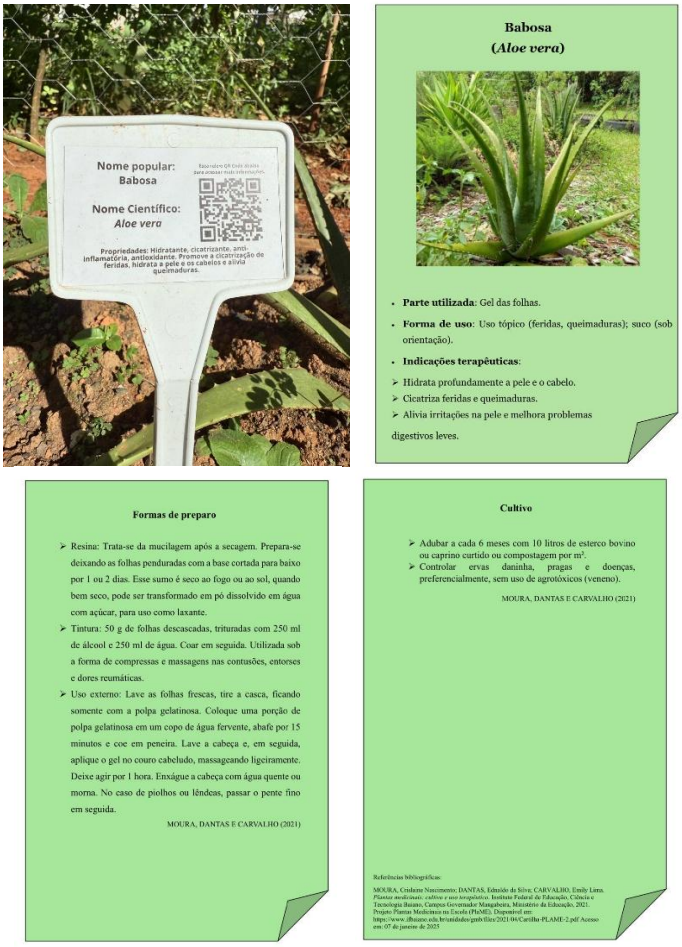


Fig. 1. Utilização de placas informativas com QR Codes, facilitando a identificação e a disseminação de conhecimentos sobre as plantas medicinais [12].

O uso de dispositivos móveis como ferramentas de ensino tem se popularizado, especialmente no ensino de botânica, onde plataformas digitais com inteligência artificial são utilizadas para a identificação de espécies vegetais por meio de fotografias capturadas por smartphones. Essas Tecnologias de Informação e Comunicação Móveis e Sem Fio (TIMS) têm demonstrado potencial para facilitar o aprendizado sobre biodiversidade e ampliar a interação entre os estudantes e os organismos estudados. Exemplo disso, a plataforma iNaturalist registrou mais de 6,6 milhões de observações de espécies no ano de 2017, refletindo o crescente interesse na digitalização do conhecimento biológico e na ciência cidadã [19].

Entre as abordagens inovadoras que utilizam esses recursos tecnológicos, os QR Codes têm se mostrado uma ferramenta eficiente para integrar conhecimento popular e científico no ensino. Um estudo realizado na Universidade Estadual do Ceará

demonstrou que o uso de QR Codes em aulas práticas permite a conexão entre o uso científico e popular das plantas medicinais, promovendo uma aprendizagem contextualizada e significativa [20]. Essa estratégia pode ser especialmente relevante em hortos educativos, onde os QR Codes possibilitam que estudantes e visitantes acessem informações detalhadas sobre as plantas em tempo real, ampliando a compreensão sobre sua importância ecológica e medicinal [21].

Estudos apontam que a integração de tecnologias digitais em hortos educativos pode fortalecer a percepção ambiental e incentivar práticas sustentáveis no uso das plantas medicinais. Essa abordagem se alinha a iniciativas globais de preservação dos recursos naturais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, que destacam a necessidade de valorizar e proteger os conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade [22].

No Horto Medicinal da UEG (Figura 2), a adoção dessa tecnologia gerou impactos positivos na disseminação do conhecimento fitoterápico, tornando o espaço mais dinâmico e acessível. A observação participante indicou que visitantes utilizaram frequentemente os QR Codes para acessar informações sobre as plantas, reforçando sua funcionalidade como um meio de facilitar a educação ambiental. Além disso, a praticidade do acesso digital contribuiu para que o conteúdo fosse utilizado como referência em atividades acadêmicas e em projetos comunitários voltados à valoração do uso popular [12].

Fig. 2. Visão geral do Horto Medicinal da UEG, destacando visitantes interagindo com as placas informativas com QR Codes [12].

Atualmente, a aprendizagem ativa mediada pela tecnologia tem sido amplamente discutida como uma abordagem inovadora no ensino de ciências naturais. Segundo Freire [23], o conhecimento é construído de forma significativa quando o educando interage com o objeto de estudo e é incentivado à reflexão crítica. No contexto do Horto Medicinal da UEG, os QR Codes atuam como mediadores dessa aprendizagem, permitindo que estudantes e visitantes acessem conteúdos de forma interativa e aplicada, promovendo maior engajamento e retenção do conhecimento.

A integração dos QR Codes ao projeto Farmácia Viva do Xixá contribuiu para consolidar o horto medicinal como um espaço de aprendizado ativo e interativo. A preservação do conhecimento tradicional foi reforçada, garantindo que informações validadas por estudos científicos estivessem disponíveis de forma acessível e organizada [12].

4. Conclusão

A implementação de QR Codes no Horto Medicinal da UEG Itapuranga ampliou o acesso ao conhecimento sobre plantas medicinais, promovendo um aprendizado interativo e valorizando o conhecimento tradicional. Essa tecnologia fortaleceu a integração entre conhecimento popular e acadêmico, impulsionando a educação ambiental e a socialização do conhecimento. No entanto, desafios como a atualização constante dos conteúdos e maior envolvimento da comunidade precisam ser superados para aprimorar o projeto.

Ressalta-se que este estudo representa uma etapa inicial de implementação e análise do uso dos QR Codes no Horto Medicinal da UEG Itapuranga. Com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre os impactos dessa metodologia, estão sendo organizadas visitas guiadas que permitirão aplicar instrumentos avaliativos mais detalhados. Nessas ações, pretende-se investigar os conhecimentos específicos adquiridos pelos participantes, bem como sua percepção quanto à funcionalidade dos QR Codes, à clareza e utilidade das informações acessadas e ao potencial dessa ferramenta como recurso de educação ambiental. A partir dessas avaliações, espera-se reunir subsídios para aprimorar a experiência de visitação, fortalecer a conexão entre saberes populares e científicos e consolidar o horto como um espaço formativo, interativo e socialmente relevante.

5. Referências

[1] BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS - PNPIC-SUS. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

[2] U. P. Albuquerque, L. H. C. Andrade, e J. Caballero, "Structure and floristics of homegardens in Northeastern Brazil," *Journal of Arid Environments*, vol. 62, n. 3, p. 491-506, 2005. DOI: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140196304002330.

[3] L. M. O. Porfírio et al., "Implantação de uma Unidade Demonstrativa de Horta Medicinal na UEG Itapuranga," *RCMOS - Revista Científica Multidisciplinar O Saber*, vol. 1, n. 1, 2025. DOI: 10.51473/rcmos.v1i1.2025.838.

[4] T. Humenhuk, D. R. B. Leite, e M. Fritsch, "Conhecimento popular sobre plantas medicinais utilizadas no município de Mafra, SC, Brasil," *Saúde e Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar*, vol. 9, p. 27–42, 2020. DOI: 10.24302/sma.v9i0.2466.

[5] D. C. Martins et al., *Educação Patrimonial e Arqueologia: atravessando tempos e fronteiras espaciais (Caderno de apoio ao Professor)*. UFG/MA/LabArq, Goiânia - GO, 2011.

[6] BRASIL. *Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para Popularização e Divulgação da Ciência e Tecnologia*. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2018.

[7] J. H. Falk e L. D. Dierking, *The Museum Experience Revisited*. Walnut Creek: Left Coast Press, 2013.

[8] A. de O. Adão, "A importância das tecnologias digitais no ensino e aprendizagem dos alunos dos anos finais do ensino fundamental," *Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, vol. 5, p. 154–176, 2023.

[9] M. C. de S. Minayo, *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 29. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

[10] A. C. Gil, *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

[11] M. Angrosino, *Etnografia e observação participante*. Trad. J. Fonseca. Porto Alegre: Artmed, 2009.

[12] L. M. de O. Porfírio et al., "Farmácia Viva do Xixá: Implantação de duas unidades demonstrativas de plantas medicinais," *Boletim de Pesquisa IV, Centro de Educação, Trabalho e Tecnologia (CETT)*, 2025. Disponível em: https://cotec.org.br/images/stories/pesquisa/Boletim_de_Pesquisa_IV_UnidadeDemonstrativas.pdf. [Acesso em: fev. 2025].

[13] M. A. Marques et al., "Aplicativo para smartphone na identificação de plantas medicinais através da leitura de QR code," *Expressa Extensão*, vol. 28, n. 3, p. 21-38, 14 set. 2023.

[14] R. G. S. de S. C. et al. Environmental education and the new comunication and information technologies. Sociedade & Natureza, v. 20, p. 51-66, 2008.

[15] C. T. Sistemas de informações gerenciais: tecnologia da informação e a empresa do século XXI.São Paulo: Atlas, 1998.

[16] R. et al. Aplicativo para educação ambiental. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n. 4, 2015.

[17] M. C. et al. Uso de tecnologias interativas móveis aplicadas à arborização urbana como método de educação ambiental. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, v. 2, n. 3, p. 10-10, 2021.

[18] D. A. J. et al. O uso do QrCodecomo ferramenta para o ensino de botânica em espaço não formal de educação. e-Mosaicos, v. 10, n. 23, p. 305-321, 2021

19] G. Van Horn et al., "The iNaturalist species classification and detection dataset," in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2018, p. 8769-8778.

[20] L. R. de Moura et al., "Plantas digitalizadas: o uso de QR Code como ferramenta de ensino de botânica realizado na disciplina de CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)," in *Anais VI JOIN / Brasil - Portugal*, Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/57850. [Acesso em: fev. 2025].

[21] P. Dutra, "Mobile learning do ensino de biologia," Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, p. 39, 2016.

[22] ONU, *Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)*, "Cartilha de Perguntas e Respostas dos ODS," 2018. Disponível em: https://www.undp.org/pt/brazil/publications/cartilha-de-perguntas-e-respostas-dos-ods. [Acesso em: fev. 2025].

[23] P. Freire, *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

6. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o apoio financeiro dos Colégios Tecnológicos do Estado de Goiás (COTEC), Universidade Federal de Goiás (UFG), Centro de Educação, Trabalho e Tecnologia (CETT) da UFG, Fundação Rádio e Televisão Educativa e Cultural (FRTVE), em parceria com a Secretaria de Estado da Retomada (SER) e Governo do Estado de Goiás, através do Convênio no 01/2021 - SER (Processo nº. 202119222000153) por meio do Edital de Pesquisa COTEC/CETT/SER Nº 03/2023.

Niveles de lectura de egresadas de la LEP 2008, de la Unidad UPN 097 Sur de la CDMX

Karina Rodríguez Cortés, Luz María Orozco Torres, Napoleón Antonio Chávez Suárez [1]

krodriguez@upn.mx; lorozco@upn.mx; nachavez@upn.mx

1 Todos los autores pertenecen a la Unidad 097 Sur CDMX de la Universidad Pedagógica Nacional (México)

Resumen. La ponencia tiene como propósito presentar una síntesis de la investigación desarrollada para valorar los niveles de lectura alcanzados por quince egresadas de la Licenciatura en preescolar (LEP 2008), que se ofertaba en cinco Unidades de la Universidad Pedagógica Nacional de la Ciudad de México (excepto Ajusco), a partir de los escritos que integraron, después de cursar un programa para para la obtención del grado de Licenciatura. El trabajo contiene tres apartados; el primero, presenta de manera general el contexto en que se realiza la investigación; el segundo, contiene el sustento teórico de la pedagogía conceptual para la enseñanza de la lectura y escritura; y el tercero, sistematiza los resultados de los trabajos que las egresadas presentan, a partir de los niveles de lectura que Miguel de Zubiría Samper define. A manera de cierre, se integra una serie de conclusiones.

Palabras clave: Pedagogía conceptual, lectura categorial, lectura semántica

1. Introducción

Uno de los propósitos de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) en México, es profesionalizar a las y los docentes en servicio que laboran en Educación Básica, que cubre desde el preescolar hasta la secundaria (el rango de edad es entre los tres y quince años). En ese marco, en el año 2008, la UPN en convenio con el gobierno del entonces Distrito Federal, ofreció la Licenciatura en Educación Preescolar, hasta el año 2022, con el propósito de profesionalizar a las educadoras que trabajaban con población de 0 a 6 años. A partir de la perspectiva institucional, el reto no solamente era profesionalizarse como una condición necesaria para el ejercicio del derecho a la educación de la población de niñas y niños, sino transitar en su formación como figuras educativas que actualmente atienden a la primera infancia en un rol más reflexivo y crítico, con una visión más allá del discurso dominante que les permita trascender y superar las inercias administrativas y políticas del propio sistema educativo.

El objetivo del programa educativo, bajo un enfoque de competencias y una modalidad mixta (con uso de Moodle para la operación de la mitad de la malla curricular), consistía

en desarrollar la capacidad no sólo para actuar desde el aula y la comunidad, sino también desde las propias redes sociales y demás espacios virtuales. Tenía la intención de abrir la posibilidad de instrumentación del programa con uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación como apoyos a la mediación para desarrollar las competencias de: docencia, gestión, comunicación, administración y desarrollo de proyectos socioeducativos que les permitan desenvolverse de mejor manera las acciones autogestivas y sustentables en sus comunidades en beneficio de su población objetivo.

La Licenciatura estaba organizada en 35 asignaturas, cursadas durante un periodo de tres años, distribuidas en nueve cuatrimestres cada uno con una duración de 14 semanas. El programa educativo estaba organizado, en principio, en cuatro ámbitos (profesional, de gestión escolar, de gestión curricular y metodológico), y un eje de gestión pedagógica, centrado en desarrollar habilidades didácticas y establecer, en el aula, un enfoque para el desarrollo de las competencias de las niñas y los niños. En particular, el ámbito metodológico en el que el estudiantado diseñaba el proyecto de intervención es en el metodológico, que retoma los tres principios que guían el trabajo, y que de acuerdo con Añorve y Rodríguez [1], han orientado la labor de formación de educadores de personas jóvenes y adultas en los diferentes programas que la UPN ofrece:

- La práctica educativa: objeto de análisis y transformación

- Contextualización de las prácticas

- Diversidad y heterogeneidad

La operación del programa desde el año 2014 mostraba un serio rezago educativo, problema que orientó el rediseño curricular del programa. A los cuatro ámbitos se sumó un quinto, el socioafectivo, con el propósito de revisar los aspectos referidos al desarrollo infantil, la necesidad y pertinencia de mantener la motivación y la generación de expectativas positivas en la población infantil, la gestión de las relaciones intrapersonales, interpersonales y sociales, y propiciar y mantener un clima afectivo en el aula. Como se explicaba, en el ámbito Metodológico se instrumentó la metodología de Investigación Acción, y la escritura del mismo, con el propósito de que las estudiantes cuando concluyeran el proceso de formación pudieran presentar el trabajo escrito para la obtención del grado de Licenciadas en Educación Preescolar. El ámbito estaba estructurado de la siguiente manera a lo largo de los cuatrimestres:

- Primero: Sistematización de las experiencias de aula

- Cuarto: Planeación estratégica en preescolar

- Quinto: Detección de alteraciones en el desarrollo infantil

- Sexto: Detección de problemas socioeducativos

- Séptimo: Diseño de proyectos de intervención socioeducativa

- Octavo: Implementación, seguimiento y evaluaciónde proyectos socioeducativos

- Noveno: Metodología de creación de comunidades de aprendizaje e investigación

2. Problematización

Uno de los problemas en la formación en la universidad es la compresión de conceptos y teorías para explicar los diversos problemas sociales o educativos que se presentan en las instituciones educativas de la primera infancia y diseñar propuestas educativas con sustento conceptual básico o teórico, como ideal. Lo anterior puede explicarse, en que la población estudiantil de la LEP 08 generalmente cuenta con una doble vulnerabilidad: son mujeres de escasos recursos y han dejado de estudiar varios años, por dedicarse a trabajar desde edades tempranas. De ahí, la necesidad de implementar cursos para la titulación de las egresadas y los pocos egresados, que tienen como propósito construir un escrito de carácter argumentativo que dé respuesta a un problema.

Una variable adicional, es que después de egresar de la licenciatura, las educadoras y los educadores priorizan la consolidación de otras habilidades relacionadas con su práctica docente que no precisamente están relacionadas con la lectura y escritura en general, lo que posiblemente sea otra de las causas de la dificultad en la construcción de escritos de corte académico. En este sentido, surge la pregunta que orienta la investigación en el marco del análisis del trabajo construido por el alumnado en el marco de los cursos propuestos. Siguiendo la propuesta de Teoría de las seis lecturas de De Zubiría [2] la siguiente pregunta es:

- ¿En qué nivel de lectura se ubican los textos construidos por las egresadas y el egresado en el marco de los cursos de titulación instrumentado en el año 2022?

La investigación tiene como punto de partida el curso de actualización que instrumentaron dos docentes de la Unidad UPN 097 Sur de la Ciudad de México durante el año 2022. El programa tuvo una duración de 120 horas (dos cuatrimestres), distribuidas en cuatro módulos. Se cursaron tres módulos, cada cuatrimestre. Algunos de los temas analizados fueron: Modelos educativos y modelos de intervención en educación prees- colar, educación híbrida en preescolar, resolución de conflictos, etc. que solamente fue- ron un conjunto de tópicos con los que las egresadas y el egresado delineaban un problema para integrar un ensayo. La propuesta de los cursos consiste en elaborar un en- sayo argumentativo sobre algún problema educativo que se presenta en su grupo o espacio laboral, con base en las necesidades y demandas emergentes del campo profesional.

Dicho escrito, se presenta en forma individual y se integra en una extensión mínima de treinta cuartillas, apegado a criterios de fundamentación, rigurosidad académica y citación APA. A partir de lo anterior, el propósito de la investigación es: analizar sí los

15 textos alcanzan un nivel similar o mayor a la decodificación terciaria, con base en la Pedagogía Conceptual y mediante una metodología de estudio de caso intrínseco, que de acuerdo con Stake [3] viene dado del campo laboral.

3. Contenido

En lo que corresponde al sustento teórico, la Pedagogía Conceptual es una teoría desarrollada en Colombia desde los años ochenta del siglo XX, por un equipo de investiga- dores de la Fundación Alberto Merani para el Desarrollo de la Inteligencia. En particular, los dos libros que explican el desarrollo de los niveles de lectura, son Teoría de las seis lecturas, tomos I y II. El propósito educativo del planteamiento está orientado a la activación de las operaciones de pensamiento, para dar paso al desarrollo de los procesos intelectuales valorativos de los individuos en general. En tal sentido, la lectura está centrada en el análisis de formas superiores del "acto-lector", indicando las operaciones que participan en la comprensión de textos escritos.

La postura conceptual parte de un desarrollo, que comienza por precogniciones construidas en un proceso, que privilegia la experiencia cognoscitiva en términos cualitativos. Desde la perspectiva de M. de Zubiría Samper “la pedagogía actual no ha percibido el complejo conjunto de operaciones que se suceden en la mente del alumno, ni la variedad de conceptos y relaciones que implican el acceso a conocimientos más sencillos, porque al privilegiar el conocimiento exacto ha obligado a los estudiantes a recurrir a la memorización, que mal que bien, le han permitido desenvolverse en el ámbito de los aprendizajes en el corto plazo” [4, p. 24].

En la Pedagogía Conceptual se distinguen seis niveles de lectura, que van desde las más elementales hasta las más complejas (desde el preescolar hasta la universidad). El primer nivel de la lectura, fonético, permite establecer relación entre el grafema y el fonema. Miguel de Zubiría Samper explica que emplea las operaciones de análisis y síntesis: “obliga al cerebro reconocer patrones complejos de palabras, a reconocer las palabras como unidades” [4, p. 16]; con base en la explicación, la polémica sobre los “métodos” global y sintético ha pasado a ocupar un segundo lugar. Sin que esto signifique que a la fecha exista consenso respecto a una sola forma de enseñar a leer y escribir.

El segundo nivel de lectura es la decodificación primaria, cuyo objeto es la comprensión lectora, y consiste en traducir, interpretar y convertir las palabras en conceptos. Permite establecer relaciones entre la palabra y formar nociones o frases. Utiliza mecanismos como la recuperación léxica, la sinonimia, la antonimia y la radicación. El tercer nivel o decodificación secundaria, comprende un conjunto de operaciones mentales cuya función es extraer proposiciones e interpretarlas por medio de análisis. Permite establecer relación entre oración y las proposiciones y utiliza mecanismos como la puntuación, la pronominalización y la inferencia. El cuarto nivel o decodificación terciaria, se centra en encontrar las macroproposiciones, descubrir las relaciones

lógicas, temporales, espaciales en referencia a la idea mayor o tesis. Permite establecer relaciones entre el texto y su respectiva estructura semántica.

El quinto nivel o lectura categorial es la manera de descomponer un texto en sus tesis, proposiciones e identificar la estructura categorial, utiliza todas las herramientas y los instrumentos del pensamiento. Y el último nivel, de acuerdo con De Zubiría [4,] es la lectura metasemántica, ésta permite comparar, establecer analogías y hacer correspondencias con otros sistemas. Su finalidad es contrastar, ir más allá de las circunstancias socioculturales en que está expresado el texto y someterlo a la crítica. En síntesis "el procesamiento fonético, elemental, es de naturaleza perceptual analítico-sintética, habrían de ocurrir, sí se enseñan a los niños y jóvenes, cinco tipos adicionales ascendentes de procesamiento, denominados en conjunto: decodificación. Primaria (palabras), secundaria (frases), terciaria (párrafos), categorial y, por último, metasemántica (análisis transtextual) …" [4, p. 56].

Desde los seis niveles de lectura se realiza el análisis de los 15 textos que integraron las y el participante en el curso de actualización durante el año 2022. El grupo de 14 egresadas y 1 egresado de la Licenciatura en Educación Preescolar, plan 2008, pertenecen a las generaciones del 2012 al 2017. De la generación 2012-2015 son dos egresadas, de la 2013-2016 una egresada, de la 2014-2018 dos egresadas, 2015- 2017 cuatro egresadas y un egresado, de la 2016-2019 cuatro egresadas, y en la última generación 2017-2020 solamente una egresada. En cuanto a los promedios obtenidos al término de la licenciatura oscilan entre el 8.25 como el menor y el mayor 9.8. Sólo en cuatro casos se observa un promedio menor a 9, subrayando que once de los promedios se encuentran arriba de 9 de calificación. Respecto a las edades del grupo participante, una egresada tiene 29 años; cuatro entre los 30 a 39; cuatro entre los 40 a 49 años; cinco entre los 50 a los 56 (en este rango se encuentra el único hombre).

En principio, interesa destacar que en algunos trabajos se perfiló un problema para presentar una propuesta de intervención con el propósito de solucionar, entre los problemas que las egresadas y el egresado perfilan en los textos escritos se encuentran:

- La falta de usos de recursos didácticos
- El desconocimiento sobre el juego como estrategia que favorece el aprendizaje, por parte del directivo.
- La falta de participación de padres de familia (dos trabajos)
- La confusión de algunas emociones con "mala conducta" (llanto, tristeza, etc.)

Y dado que algunas egresadas integraron un ensayo partieron de supuestos o preguntas, entre éstos (as):

- ¿Cómo puedo contribuir al desarrollo de habilidades sociales como la autonomía y la convivencia en alumnos del preescolar III-B del CAI 31 SEP Juana de Asbaje?
- El lenguaje oral en la infancia se desarrolla en el seno de la familia y en preescolar es la base del aprendizaje de las grafías.

- ¿Cómo se propone la enseñanza aprendizaje de la exploración y conocimiento del mundo social y natural desde la perspectiva de Dewey?
- ¿Cuáles son las propuestas teóricas de J. Piaget y E. Gardner para la enseñanza de matemáticas en preescolar?
- ¿Cómo crear ambientes de aprendizaje para el desarrollo del pensamiento matemático en preescolar?
- ¿Cómo desarrollar la autonomía en los niños de preescolar?
- En la lectura de los trabajos se ubicó que en algunos de los títulos de los trabajos, aparece el problema como es el caso de:
- Desconocimiento de materiales y recursos didácticos por docentes de preescolar.
- El desinterés de los padres de familia en el proceso educativo de sus hijos del grupo Kínder 3 “A” del Colegio Mahatma Gandhi.
- La vocación docente afectada por los entornos laborales
- El enojo como barrera de aprendizaje en el grupo de preescolar 1
- La falta de participación de padres de familia del colegio Karol Wojtyla

Lo que se observa en el planteamiento del problema, las preguntas o el supuesto de investigación es que son problemáticas derivadas de la práctica educativa en preescolar. Y posiblemente, ese ejercicio tiene como explicación el eje metodológico que analizaron durante su formación, que hace énfasis en la transformación de las prácticas educativas para lograr el aprendizaje de los diferentes grupos con los que las y los agentes educativos interactúan en las aulas de preescolar.

4. Los resultados

En el análisis de los quince textos se ubicó que los temas con los que se intenta dar respuesta a los problemas educativos ubicados, preguntas o supuesto formulados son: desarrollo del lenguaje oral, pensamiento matemático, desarrollo y manejo de emociones, autonomía, el juego como recurso de aprendizaje, participación de las madres y de los padres de familia en la crianza de sus hijos o hijas, aprendizaje del mundo social y natural, entornos laborales, y desarrollo de ambientes de aprendizaje.

Los autores en los que las egresadas y el egresado coinciden para explica y analizar el problema, pregunta o supuesto formulado son:

- Piaget, J. para explicar las etapas del desarrollo del pensamiento, la aparición del lenguaje, el desarrollo de las nociones matemáticas, el juego.
- Vigotsky, S. para argumentar sobre el lenguaje, socialización, participación de la familia como educadora principal.
- Dewey, J. para argumentar cómo el lenguaje es en gran parte producto de una interacción social y sobre elementos de una práctica reflexiva.
- Elliot, J. y Kemmis, S. como apoyo metodológico de la investigación acción permite un análisis socioeducativo.
- Gardner, para explicar cómo debe trabajarse en preescolar las matemáticas.
- Goleman, D. para analizar la inteligencia emocional e inteligencias múltiples.

- Kamii, C., para argumentar sobre el desarrollo moral de la infancia.

Lo que puede inferirse es que el curso de actualización les permitió a las egresadas y al egresado acercarse a otros referentes teóricos (además de Piaget y Vigotsky), dado que generalmente en el eje metodológico se proponía la lectura de autores que sistematizan las propuestas teóricas de la corriente anglosajona de investigación acción, y en los trabajos aparecen autores como Elliot y Kemmis. Y al respecto, sobresale que no aparezcan referentes que se han generado conocimiento en América Latina como Fals Borda. En continuidad, otro grupo de autores y autoras están quienes sistematizan aspectos de índole conceptual y metodológico, entre éstas (os):

- Díaz, A. para explicar procesos de frustración en la práctica docente.
- Fierro, C., Fortoul, B. y Rosas, L. para analizar la práctica educativa.
- Sampieri, R., para fundamentar la metodología utilizada.

De los quince trabajos considerados, ocho son ensayos académicos y siete propuestas de intervención. Cabe destacar que el acuerdo entre la planta de asesores que impartieron el curso de actualización en el año 2022, era que las y los participantes construyeron un ensayo. De ahí, que en un primer momento se sugirió revisar bibliografía relacionada con la definición del tipo de texto y sus clasificaciones. No obstante, al revisar los textos puede leer la tradición de investigar para intervenir y solucionar un problema presente en la práctica educativa.

Con base en lo anterior, se observa que la lógica de construcción es diferente en la integración de las argumentaciones para explicar el problema, responder las preguntas o confirmar el supuesto de investigación. Los ocho ensayos van presentando citas textuales de las autoras o autores relacionados con el tema que problematizan y posteriormente presentan un párrafo de coincidencia o diferencia, y las siete propuestas de intervención integran antes los contextos comunitarios y áulicos para explicar el espacio en el que se propone la intervención. Un punto de coincidencia de los 15 textos, es el contenido relacionado con el análisis de su trayectoria profesional, a partir del referente conceptual de Fierro, Fortoul y Rosas. Y desde éste, intentar plantear el problema, la pregunta o el supuesto de investigación. A partir del referente teórico de los seis niveles de lectura, cada trabajo se encuentra en el siguiente nivel de lectura:

Tabla 1. Niveles de lectura alcanzados en los escritos analizados.

Título del trabajo	**Nivel de lectura alcanzado**
Análisis comparativo del lenguaje oral en niños de edad preescolar	Decodificación terciaria
El desarrollo de la autonomía en la infancia para Piaget y Kamii	Decodificación terciaria
La vocación docente afectada por entornos laborales	Decodificación secundaria
El uso del cuento como recurso didáctico para el manejo de emociones	Decodificación secundaria

en el alumnado y docentes de nivel preescolar	
El trabajo cooperativo como estrategia que favorece las relaciones interpersonales en los niños de preescolar	Decodificación terciaria
Desarrollo de ambientes de aprendizaje para el desarrollo de la autonomía en el CAI 31 de SEP Juana de Asbaje	Decodificación terciaria
El supuesto del perfil idóneo desde la percepción de una docente de preescolar	Decodificación secundaria
El desinterés de los padres de familia	Decodificación secundaria
El manejo de las emociones en educación preescolar 2 en el Centro pedagógico Integral	Decodificación secundaria
La falta de participación de los padres de familia en el Colegio Karol Wojtila	Decodificación secundaria
Piaget y Gardner: El aprendizaje de las matemáticas en preescolar	Decodificación terciaria
La práctica educativa para el desarrollo de las matemáticas en preescolar	Decodificación secundaria
Desconocimiento de materiales y recursos didácticos por docentes de preescolar	Decodificación terciaria
Percepciones sobre el juego en directivos de preescolar y su impacto en procesos de aprendizaje	Decodificación terciaria
La práctica docente y la comprensión del mundo natural y social	Decodificación terciaria

Desde el análisis conceptual de los niveles de lectura, el ideal en la formación de población universitaria es el nivel de lectura metasemántica, que permite comparar, establecer analogías y hacer correspondencias con otras teorías. La finalidad que tiene, es contrastar, ir más allá de las circunstancias socioculturales en que está expresado el texto y someterlo a la crítica. En síntesis, decodificar las posturas teóricas mediante su sometimiento a prueba.

5. Conclusiones

El estudio realizado revela que, a pesar de la diversidad de edades y experiencias entre las egresadas y el egresado de la LEP 08, siete los trabajos analizados se ubican en niveles de lectura secundaria, mientras que ocho se encuentran en el nivel de lectura terciaria, con algunos avances hacia la lectura categorial, al reconstruir los conceptos básicos de planteamientos teóricos. Esto indica que, aunque el grupo demuestra habilidades para comprender y analizar textos, aún enfrentan desafíos para alcanzar

niveles más altos de lectura de acuerdo a la Pedagogía Conceptual, como las lecturas categorial y metasemántica, que requieren una mayor capacidad de análisis crítico y construcción teórica propia.

La investigación subraya la necesidad de fortalecer una formación que favorezca el desarrollo de las operaciones mentales relacionadas con la lectura y la escritura en los programas para titulación en la LEP 08, con un enfoque en el desarrollo del pensamiento crítico y construcción teórica. Esto permitiría a las futuras generaciones no sólo comprender y aplicar teorías educativas, sino también generar conocimientos innovadores que contribuyan a la transformación de las prácticas educativas en el nivel preescolar. Y también, desde luego, responder a que las educadoras y los educadores de Educación Preescolar cuenten con niveles de lectura correspondientes al quinto y sexto nivel para acompañar el desarrollo del pensamiento científico en la infancia.

Con el cierre del programa se recomienda implementar estrategias de acompañamiento y tutoría para apoyar a las egresadas y los egresados en la elaboración de trabajos académicos con niveles de lectura y escritura más altos, lo que podría mejorar su capacidad para enfrentar los desafíos no solamente del campo educativo desde una perspectiva reflexiva y crítica, pero sobre todo que lograr romper con las inercias de los sistemas educativos en educación superior, escribir solamente para la obtención de un título, sino para orientar la formación docente hacia la educación científica desde la educación básica.

Referencias

[1] Añorve, G. y Rodríguez, K. (2016). *Evaluación de la LEP 08 ante la integración de la Universidad Digital,* México: Universidad Pedagógica Nacional.

[2] De Zubiría, M. (1997). *Teoría de las seis lecturas I,* Colombia: Fundación Albero Merani para el Desarrollo de la Inteligencia

[3] Stake, R. (2007). *Investigación con estudio de casos*, España: Morata

[4] De Zubiría, M. (1996). *Pedagogía Conceptual*, Colombia: Fundación Albero Merani para el Desarrollo de la Inteligencia

El arte y la ciencia integradas como una interdisciplina innovadora en la educación media superior

Inti H. Arévalo Franco[1], Karla Maria Castillo Espinoza[2].

[1] Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, Universidad Nacional Autónoma de México (México).
inti.arevalo@cch.unam.mx

[2] Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, Universidad Nacional Autónoma de México (México).
karlamaria.castillo@cch.unam.mx

Resumen. Como parte de la promoción de una cultura biológica y artística, se fundó un Club de Ilustración Científica y Naturalista que incluyó actividades académicas y un taller extracurricular para estudiantes. Aquí se muestra el trabajo realizado por los docentes y estudiantes talleristas así como las actividades organizadas; resultando relevantes los aprendizajes relacionados con la interdisciplina que entrelazan el arte visual y la ciencias biológicas. Los resultados muestran el *autorreconocimiento* que las y los talleristas lograron en aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales. También resignifica, desde esta experiencia, el trabajo colaborativo y creativo; haciendo énfasis en la importancia de visibilizar la biodiversidad de México a través de las ilustraciones artísticas.

Palabras clave: interdisciplina, trabajo colaborativo, ilustración científica, creatividad.

1. Introducción

La enseñanza de las ciencias ha desarrollado múltiples metodologías y está sustentada por diversos enfoques pedagógicos. En la mayoría de los casos es el medio para llegar a uno de sus fines, la alfabetización científica [1]. La enseñanza de las ciencias no siempre se cumple de acuerdo a la planeación didáctica de los docentes, en un mundo en el que algunas de las herramientas tecnológicas nos rebasan y que están sostenidas, principalmente, por la riqueza visual de las imágenes, creemos indispensable la utilidad de disciplinas que acompañen y enriquezcan los procesos de enseñanza y aprendizaje desde un quehacer científico y artístico.

Apoyándonos en la construcción de conocimientos de forma activa y reflexiva, como suele darse desde prácticas constructivistas, los conceptos y procesos o las prácticas y métodos en ciencias y particularmente en biología, pueden abordarse con diferentes

enfoques. La interdisciplina puede ser uno de estos enfoques. Es decir, la convergencia de disciplinas que permitan abordar temas específicos para darles una salida útil y pragmática [2] y [3]. Justamente la ilustración científica hace converger las artes visuales y las ciencias biológicas de tal modo que se pueden logran aprendizajes. La ilustración científica es considerada una disciplina muy concreta, algunos autores consideran que es un esfuerzo en conjunto en el que científicos, ilustradores o personas con conocimientos en la ilustración artística comunican conceptos específicos de la ciencia a un tipo de público especialmente elegido, regularmente a expertos en el tema [4]. Definitivamente la ilustración científica comunica aspectos científicos, aunque en otros contextos puede ser menos estricta, sobre todo si se piensa en la divulgación científica.

La ilustración científica en biología por lo tanto y en un contexto educativo comienza a utilizarse como apoyo al aprendizaje, como parte de la formación profesional o para generar comunidades. En este sentido la ilustración científica no sólo apoya la generación o validación del conocimiento científico, sino que podrían apoyar aspectos cognitivos con valor en el proceso de aprendizaje [5].

2. Contenido

El proyecto del Club de Ilustración Científica tuvo como objetivo general realizar actividades curriculares y extracurriculares que pudieran promover una cultura científica y artística, apoyando a su vez los temas de biodiversidad y conservación en la materia de Biología. Los objetivos particulares fueron organizar dos concursos de ilustración científica dirigidos al estudiantado; organizar ponencias de ilustración científica con expertas en el tema; exposición de las obras realizadas durante el periodo anual; y la creación de un curso-taller de ilustración científica para estudiantes con valor extracurricular.

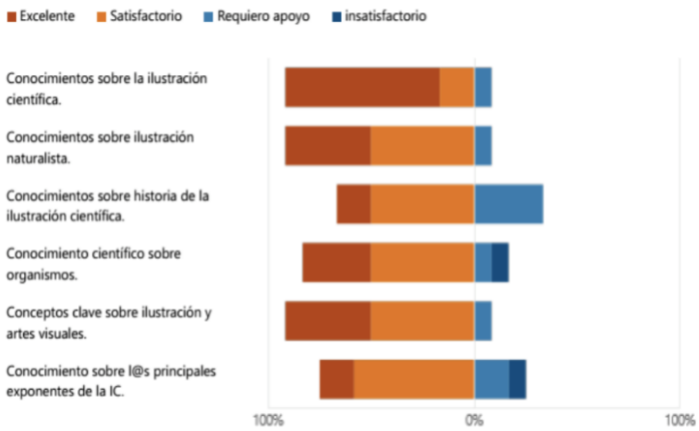
La actividad principal del club de ilustración fue el diseño e impartición del curso-taller de ilustración científica y naturalista. Este taller estuvo organizado en cuatro módulos durante un ciclo anual. El propósito general fue promover un espacio de investigación, experimentación y perfeccionamiento de técnicas para elaborar ilustraciones científicas y naturalistas de especies de la biodiversidad mexicana para comprender aspectos biológicos y de conservación, como apoyo a los temas de la materia de biología. Este taller constó de 4 módulos, a saber: 1) bocetaje y grafito como medios para elaborar las ilustraciones y tuvo como objetivo elaborar dibujo básico de líneas, sombras, luces y volumen; 2) el módulo de técnicas de tinta y estilógrafo se enfocó en reconocer y practicar dichas técnicas y materiales y realizar ilustraciones con base en achurado, punteado, etc., como las ilustraciones que se suelen ver en artículos académicos; 3) pintura acrílica fue un módulo que tuvo el objetivo de realizar ilustraciones que se acercaran a la ilustración naturalista; 4) y el módulo de acuarelas, en el que se planteó conocer esta técnica pictórica y realizar ejercicios como velado, en húmedo o seco, matices, y por su puesto realizar ilustraciones de organismos.

Los concursos de ilustración tuvieron como objetivo promover la participación de la comunidad estudiantil en esta interdisciplina, hacer premiaciones y mostrar las obras a la comunidad del plantel. Mientras que las ponencias con especialistas tuvieron como objetivo mostrar a la comunidad estudiantil la labor que se hace desde la ilustración científica en México, mostrar el sentido histórico-cultural de esta interdisciplina y cómo ha servido para generar conocimientos, y particularmente conocer lo que las mujeres ilustradoras hicieron en el pasado y lo que hacen el presente respecto a su papel como ilustradoras científicas.

3. Los resultados

Al finalizar el periodo anual, se evaluó el reconocimiento de los aprendizajes alcanzados y las habilidades adquiridas en dos aspectos; el aspecto de la biología de los organismos, como la clasificación según sus características o su morfología; y en el aspecto disciplinario del arte, se evaluaron habilidades y desempeño en técnicas.

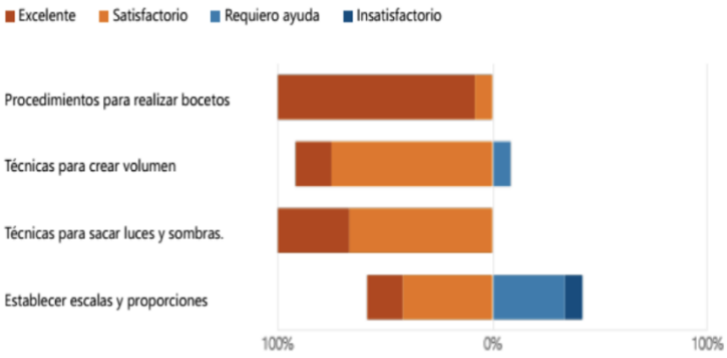
Se obtuvieron resultados de autorreconocimiento del nivel de desempeño alcanzado en aspectos generales de la ilustración científica y la biología (Gráfica 1). Se puede apreciar que la mayoría de los estudiantes consideran como satisfactorio su nivel de conocimiento en aspectos conceptuales o de historia de la ilustración científica o sus exponentes y sobre aspectos biológicos de los organismos. Los niveles “excelente” o “requiere apoyo” tienen una menor consideración por las y los talleristas.



Gráf. 1. Autorreconocimiento de los conocimientos adquiridos por los estudiantes en la participación de las actividades del taller, charlas, concurso y exposición de obras.

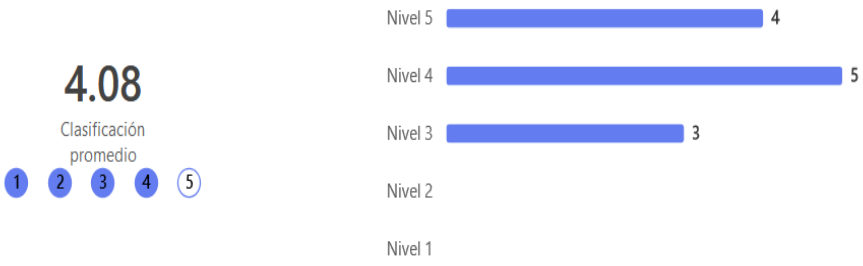
Por separado, como se muestra en la gráfica 2, los aprendizajes y habilidades que consideran haber adquirido en aspectos como las técnicas aplicadas a las ilustraciones que elaboraron, van de satisfactorio a excelente. Y un porcentaje menor calificó como

insatisfactorio o que requieren ayuda para establecer escalas y proporciones en sus ilustraciones.



Gráf. 2. Autorreconocimiento de los conocimientos adquiridos por los estudiantes en técnicas de dibujo, volumen, luz y sombras, etc.

Respecto a conocimientos relacionados con la taxonomía, la clasificación biológica o la anatomía de especies que ilustraron, sus consideraciones están divididas en tres de los cinco niveles de aprendizaje (Gráfica 3). Las y los estudiantes consideraron que pudieron mejorar y desarrollar aprendizajes durante la elaboración de ilustraciones. Se considera que los aprendizajes alcanzados podrían estar categorizados como -Excelente, Muy bueno y Bueno-. Estos hallazgos son relevantes ya que al dibujar el objeto de estudio o modelo, se están incorporando a los conocimientos del estudiante aspectos de reconocimiento visual, aprender a mejorar la observación (en nuestro caso) sobre el organismo o lo que se esté estudiando y por tanto de aprendizajes anatómicos, estructural, etc. [6]



Gráf. 3. Se muestra el autorreconocimiento del nivel de aprendizaje alcanzado en aspectos morfológicos, anatómicos y taxonómicos de las especies ilustradas.

En común acuerdo con otros estudios y prácticas pedagogicas similares, los estudiantes implicados en las actividades del club de ilustración reconocen directamente su entorno, reconocen los organimos presentes y en general la biodiversidad que les rodea (considerando que el plantel está inmerso en una reserva ecológica de pedregal y

matorral xerofilo) notando la importancia en términos biológicos, estéticos y de conservación [7].

4. Conclusiones

Se generaron experiencias educativas que trascienden en algunos tipos de aprendizaje. Las actividades organizadas desde el club como las charlas de ilustración científica, los concursos o las exposiciones de las obras permitieron establecer vínculos entre el arte y la ciencia. Para los estudiantes fue significativo ampliar sus conocimientos en aspectos conceptuales del arte visual y de la biología.

Se estableció un proceso de innovación en la formación de los estudiantes. Al encontrarse en contacto con procedimientos y metodologías de ambas disciplinas, se enriqueció su bagaje cultural y se promovieron aprendizajes conceptuales, como ampliar o reconfigurar sus conocimientos taxonómicos por mencionar un ejemplo. Tal como se define la interdisciplina, este proyecto combinó metodologías que hacen del proceso de enseñanza un aspecto novedoso [8]. También se reconoció que fue significativo en aprendizajes procedimentales, ya que las y los estudiantes consideraron haber mejorado habilidades en el dibujo de los organismos, en aplicar técnicas pictóricas y establecer pautas para ilustrar organismos con precisión anatómica.

5. Referencias

[1] Chamizo, J. A., y Pérez, Y. (2017). Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, *74*(1), 23-40.

[2] Dewey, J. (1938). *Unity of science as a social problem* (pp. 29-38). Chicago: University of Chicago Press.

[3] Olivé Morett, L., Argueta Villamar, A., y Puchet Anyul, M. (2018). Interdisciplina y transdisciplina frente a los conocimientos tradicionales. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, *13*(38), 135-153.

[4] Hodges, E. R. (Ed.). (2003). *The guild handbook of scientific illustration*. John Wiley & Sons.

[5] Candil, K. P. V. (2017). Ilustración científica como posibilidad de enseñanza de la biología. Experiencia de práctica pedagógica con estudiantes de grado 805 del Instituto Técnico Industrial Francisco José De Caldas (ITIFJC). *Bio-grafía*, 1296-1313.

[6] Grilli Silva, J., Laxague, M., y Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con ya partir de la imagen. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* 12(1), 91-108.

[7] Felix, L. G. (2017). La ilustración científica de insectos como estrategia pedagógica para la valoración y cuidado de la biodiversidad. *Bio-grafía*, 44-83.

[8] Marrufo Ancira, R. D. L. (2016). *El arte como potenciador vinculo interdisciplinar en la formación del estudiante de educación media superior (estudio de caso con estudiantes de EMS de la asignatura de artes de la UDEM Valle Alto-generaciones 2011-2015).* [Tesis de Maestría, Repositorio Académico Digital Universidad Autónoma de Nuevo León].

Experiencias de aprendizaje con ODA y evaluación socioformativa

Rosa María González Isasi[1], Celia Reyes Anaya[2], Karina Rodríguez Cortés[3]

[1y2] Posgrado de la Unidad UPN 281 Cd. Victoria (México)
rosa.gonzalez@upnvictoria.mx;
celia.reyes@upnvictoria.mx
[3]Posgrado en la Unidad UPN 097 Sur de la Ciudad de México (México)
kcortes@upn.mx

Resumen. En la ponencia se presenta una síntesis de la investigación "Evaluación socioformativa en ambientes educativos con objetos digitales de aprendizaje" desarrollada por el Cuerpo Académico 125 Investigación y ambientes educativos innovadores**,** de la Unidad 281 Ciudad Victoria de la Universidad Pedagógica Nacional, en México. Su propósito consistió en transformar la práctica docente mediante la generación y uso de objetos digitales de aprendizaje y aplicar la evaluación socioformativa. En todas las experiencias que se presentan se empleó la metodología cualitativa. Cada equipo describió la investigación instrumentada para el aprendizaje con Objeto Digital de Aprendizaje (ODA) y con evaluación socioformativa. Los resultados reflejan el logro de aprendizajes fundamentales con la interacción con ODA los cuales se caracterizaron por posibilitar la transformación y el cambio en los sistemas de gestión del aprendizaje, orientados hacia un ámbito educativo cada vez más virtual. En ese proceso, se concluyó que el profesorado asumió un papel colaborador para facilitar los aprendizajes y los alumnos evidenciaron cada vez más su capacidad creativa para insertarse en ambientes digitales.

Palabras clave: Práctica docente, Aprendizaje, ODA, Evaluación socioformativa.

1. Introducción

El antecedente del término Objeto Digital de Aprendizaje (ODA) es el de Objeto de Aprendizaje (OA). Para el Comité de Estandarización de Tecnología Educativa [1] lo distinguen tres características: la primera, es una entidad digital o no digital que puede ser utilizada, reutilizada y referenciada durante el aprendizaje apoyado con tecnología; la segunda, se integra por dos dimensiones: una didáctica y un tecnológica; y la tercera, la identifica el estar albergados en repositorios y organizados en metadatos para que las y los usuarias (os) los puedan reconocer, localizar y utilizarlos para propósitos educativos en ambientes digitales. En la dimensión pedagógica, de acuerdo con Ossandón [2], el OA está integrado por:

- Referentes teóricos: base necesaria para el aprendizaje.

- Experiencia práctica: aplicación de lo aprendido.
- Evaluación: medición y valoración de los aprendizajes logrados.
- Trabajo colaborativo: pilar del aprendizaje social.

En las investigaciones que se analizaron se optó por el término Objetos de Aprendizaje Digitales (ODA), como elementos que posibilitan la transformación y el cambio en los sistemas de gestión del aprendizaje con tecnología digital, que desde finales del siglo XX se orientó hacia un ámbito educativo cada vez más virtual; hecho que permitió que la humanidad transitara la pandemia de COVID 19 sin detener las actividades educativas formales. Allí, el profesorado asumió un papel más colaborador para facilitar los aprendizajes y la formación de los alumnos con mayor capacidad para insertarse en ambientes digitales.

2. Metodología

En los proyectos participaron 17 investigadoras e investigadores de las Unidades de la Universidad Pedagógica Nacional de las ciudades de México, Monterrey, Ciudad Victoria y la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo en la República Mexicana. Se construyeron nueve proyectos de intervención con evaluación socioformativa del uso didáctico de los ODA. Las metodologías utilizadas fueron: cinco de estudio de caso, dos de investigación-acción y dos descriptivos.

Entre los problemas que en cada proyecto se perfilaron se encuentran:

1. Dificultades en el desarrollo integral de preescolares en el regreso a clases presenciales después de la pandemia de COVID 19.
2. Distanciamiento social que provocó un bajo desarrollo socioemocional en la infancia en educación preescolar.
3. Exclusión del tema de aparatos y funciones del cuerpo humano en el programa de estudios del 2017 de educación primaria.
4. Percepciones del profesorado del uso de ODA en educación primaria.
5. Falta de acceso a Internet para el uso de ODA con alumnos de 10-11 años de educación primaria para el desarrollo del pensamiento creativo.
6. Bajos niveles de lectura del profesorado de un grupo de alumnos preescolares de edades de 3 a 6 años.
7. Dificultades para la integración de un portafolios de trayectoria formativa en alumnos de licenciatura en educación, ofertada en línea por la Universidad Pedagógica Nacional.
8. Falta del uso de ODA de video juegos en el aprendizaje en educación primaria.
9. Uso de procesos evaluativos tradicionales vs la evaluación socioformativa.

Como se refleja en los problemas, la atención de las investigadoras e investigadores estuvo puesta en las condiciones, característica, dificultades y precepciones en el uso de la tecnología con ODA para atender a los alumnos de diferentes niveles educativos y su evaluación con enfoque socioformativo. Esto es coincidente con el interés planteado en diversos estudios. Uno de ellos, orientado a analizar las inteligencias múltiples, en el que se identificó que éstas estaban relacionadas con el rendimiento académico tanto en matemáticas como en competencias musical, interpersonal, intrapersonal y naturalista [3].

Un estudio desarrollado en educación preescolar en el Estado de México se centró en el desarrollo emocional de las y los preescolares, de los cuales consideró que era primordial para que se lograra alcanzar el nivel adecuado de inteligencia emocional. Su propósito fue analizar el impacto de la autorregulación emocional de preescolares desde la educación socioemocional. Se identificaron las modificaciones que se produjeron en las relaciones y comportamiento entre preescolares, tales como el respeto, esperar turnos y el diálogo para la resolución de conflictos [4].

En otro estudio se analizaron los efectos del uso de ODA en las aulas de educación primaria mediante una investigación cualitativa en donde participaron siete centros escolares. En los resultados señalaron que el impacto de estos recursos incide en cambios en la metodología docente y la adopción nuevos roles en el proceso educativo [5].

3. Contenido

El empleo de ODA constituye un recurso pedagógico valioso para lograr un aprendizaje interactivo, ya que propicia el desarrollo del interés de los alumnos, por sus características de ser articulados, didáctica y curricularmente, con el objetivo que se pretende lograr. Así mismo, porque son accesibles, reutilizables, adaptables y permiten la interoperabilidad entre contenidos [6]. Otra característica es el de ser digital, lo que permite una amplia portabilidad, ya que puede ser utilizado a través de la Web o algún dispositivo electrónico.

En cuanto al empleo de la evaluación socioformativa, como proceso de retroalimentación continua, apoya a los alumnos para que aprendan a resolver problemas del contexto y desarrollen las competencias necesarias para la sociedad del conocimiento, mediante auto, co y heteroevaluación, con base en productos de desempeño, con apoyo de los pares y de la metacognición con el propósito de mejoramiento continuo. La socioformación tiene el enfoque de gestión del talento humano inscrito dentro de la sociedad del conocimiento y tiene las siguientes características:

- Integra problemas del contexto.
- Evalúa el desempeño mediante productos pertinentes.
- Analiza los productos con instrumentos precisos, como rúbricas.
- Incluye la colaboración con otros para desarrollar el talento y mejorar el desempeño.
- Tiene como finalidad el logro de niveles cada vez mayores de actuación frente a los problemas.
- Socializa las experiencias y los logros con pares, las familias y otras personas [7].

La evaluación socioformativa al hacer suya la metodología de proyectos indirectamente hace suyos planteamientos conceptuales relacionados con el pensamiento reflexivo. “El pensar es equivalente a hacer explícito en nuestra experiencia el elemento inteligente. Hace posible actuar con un fin a la vista. Es la condición para que tengamos fines. Tan pronto como un niño pequeño comienza a esperar empieza a usar algo que está ocurriendo ahora como un signo de algo que va a

seguir; está juzgando, aunque sea de una manera muy simple". [8]

Dewey [8] explicó que la tercera y cuarta etapas son las que distiguen una experiencia reflexiva característica de la realizada en un plano de ensayo y error. Éstas convierten al ***pensar*** en una ***experiencia***. Reconoció que nunca se sale completamente de la situación de ensayo y error. Esto es, hasta el pensamiento más refinado y racionalmente comprobado ha de ser ensayado y por lo tanto comprobado. Al igual que sostuvo que nunca se pueden tener todas las conexiones, y se abarcará con perfecta precisión todas las consecuencias. No obstante, una visión reflexiva de las condiciones es tan cuidadosa y las conjuturas sobre los resultados tan controladas, que se tiene el derecho de distinguir la experiencia reflexiva de las formas de acción más elementales.

Esa experiencia reflexiva o comprensiva, cono la refirió Stake [9], se puede propiciar a través de la evaluación socioformativa, ya que implica un proceso de retroalimentación continua de los alumnos para que aprendan a resolver problemas del contexto y desarrollen las competencias necesarias para la sociedad del conocimiento, mediante la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, con base en productos de desempeño con los que se busca el mejoramiento continuo al desarrollar procesos de metacognición con el apoyo de otros.

La evaluación socioformativa considera elementos de otros enfoques: "De la evaluación conductual recoge el énfasis en la retroalimentación oportuna para lograr las metas. De la evaluación constructivista sigue el abordaje de los saberes previos, la autoevaluación y la consideración de los intereses de los estudiantes" [7]. Se diferencia de ellos por actuar ante problemas del contexto, colaborar de manera continua, trabajar con un proyecto ético de vida, y formar un espíritu emprendedor.

Esos y otros referentes fueron compartidos por las y los 17 investigadores de los nueve proyectos en un taller virtual. Con base en éstos, se perfilaron las propuestas de intervención:

1. Integración de actividades de la educación preescolar a través de técnicas de enseñanza digital e incluso de manera interactiva que favoreció el desarrollo de habilidades y aprendizajes de los alumnos con la participación familiar para el mejoramiento de las actividades a causa de la pandemia COVID 19 mediante el uso de plataformas digitales.
2. Conjunto de estrategias para el desarrollo de una educación socioemocional, dado que los docentes deben contar con varias estrategias para las niñas y los niños, y conocer sus emociones mediante el uso de actividades y trabajo personal para poder identificar los trastornos que puedan llegar a tener o los problemas familiares.
3. Secuencia didáctica sobre hábitos saludables, y el entendimiento y funcionamiento del cuerpo humano, el aprendizaje de instrumentó mediante la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, por medio de actividades grupales como la lectura, análisis de textos, etc.
4. Desarrollo de una evaluación socioformativa del módulo "Ambientes virtuales de aprendizajes en prescolar", parte de la malla curricular de la UPN con un enfoque que busca comprender las relaciones entre los diseños instruccional de los módulos y su impacto en la formación de los docentes.
5. Serie de actividades orientadas al desarrollo de la creatividad con base en el Aprendizaje Basado en Proyectos y el diseño de cuatro sesiones con una

secuenciación de aprendizajes esperados con el uso de ODA durante la pandemia por COVID 19.

6. Propuesta de evaluación socioformativa del módulo Ambientes virtuales de aprendizajes en prescolar (ODA), parte de la malla curricular de la Licenciatura en Educación Inicial y Preescolar, desarrollada en línea, con un enfoque que busca comprender las relaciones entre el diseño instruccional y su impacto que genera en la formación de los docentes. [11].
7. Integración de un portafolios digital electrónico con referente de evaluación socioformativa para la obtención del grado de Licenciatura en Educación Inicial y Preescolar, en la Universidad Pedagógica Nacional, Unidad 097 Sur de la Ciudad de México.
8. Instrumentación de ODA de juegos virtuales y gamificación para el aprendizaje en quinto grado de educación primaria, y valoración socioformativa de la población estudiantil y del docente participante.
9. Integración de cinco rúbricas socioformativas para valorar el mismo número de ODA que fueron utilizados con 31 alumnos de la Licenciatura en Ciencias de la Educación impartida en la Universidad Autónoma de Hidalgo.

Esto es, en principio la idea del conjunto de investigaciones era construir ODA, en los que fueran valorado el aprendizaje con un enfoque socioformativo, pero en el desarrollo de las nueve investigaciones, lo que se ubicó es que en algunos casos éstos ya estaban diseñados. De allí que se decidió que el problema de cada proyecto radicaría en la evaluación socioformativa de lo aprendido con el ODA o del uso pedagógico del ODA.

4. Los resultados

En los resultados de las nueve investigaciones se destacan aspectos relevantes que coadyuvan a una mejora en los procesos de evaluación en la práctica educativa. Si bien los proyectos se desarrollaron en diferentes niveles educativos, lo coincidente fue el uso de ODA que hicieron los profesores para el logro de aprendizajes de los alumnos con enfoque socioformativo [10], la rúbrica de evaluación socioformativa y el trabajo colaborativo. Se consideró en que, la incorporación de los objetos digitales de aprendizaje permite adecuar las intenciones y situaciones educativas a contextos, modalidades y sistemas específicos. Para ello, el papel del profesorado es facilitar el aprendizaje con el uso de ODA, con la finalidad de fortalecer los procesos formativos y que éstos a su vez tengan un carácter integral.

En todos los proyectos se emplearon diversos ODA para desarrollar actividades pedagógicas. En algunos, particularmente con las niñas y los niños (NN) educación preescolar y primaria, se requirió realizar acercamientos a cada uno de los recursos para que las y los NN se familiarizaran hasta lograr un mejor dominio de los ODA. En las y los estudiantes de educación superior eso no fue necesario.

El uso de ODA se planteó en siete de los casos desde el modelo de interacción por parte del profesorado en el cual su uso se relaciona principalmente para explicar, ejemplificar o realizar actividades de manera grupal mediante la presentación de imágenes, audios, videos, audiovisuales y el aula virtual.

Los proyectos desarrollados en la educación básica se orientaron hacia aspectos de motivación, creatividad e interacciones grupales. En uno de ellos se consideraron las inteligencias múltiples en el aprendizaje, esto para realizar la planeación en forma acorde con las características de los alumnos. En otro proyecto se buscó impactar en el desarrollo de la identidad de los alumnos y se tomó en cuenta el componente socioemocional, ya que se identificaron conductas disruptivas y centradas en la agresividad, lo que propiciaba en los alumnos un bajo rendimiento académico, y afectaba las interacciones sociales y afectivas necesarias para la consolidación de su identidad personal. En otro proyecto se buscó promover la imaginación y la creatividad, lo cual se basó en que ello los ayuda a generar soluciones a las situaciones que se les presente en su vida cotidiana. Se planteó como propósito que la enseñanza se orientara hacia el aprendizaje de manera autónoma para prepararlos para la vida real.

En los proyectos desarrollados en la educación superior, orientados hacia el uso de ODA por el profesorado, lo recurrente fue el análisis de la práctica con esos recursos. En uno de ellos se trabajó la reflexión y percepción de su ejercicio profesional en el desarrollo de actividades de lectura para favorecer en el alumnado su comprensión. Otro, además de analizar la enseñanza de nociones de lectura y escritura, incluyó el de las matemáticas. En ambos el uso de ODA fue encontrado como positivo, pues permitieron acercar al alumnado a los conocimientos, motivarlos y facilitarles los aprendizajes. Las principales dificultades fueron el manejo de aspectos técnicos y algunas condiciones para su uso. Dos de los proyectos se enfocaron en el uso del juego como estrategia didáctica. En sus aportes coincidieron que los ODA de juegos virtuales son una opción que ofrece muchas oportunidades para fortalecer todos los procesos escolares y que el profesorado tiene una tarea fundamental para incursionar en estos ambientes, apoyados también en otras múltiples herramientas.

Conclusiones

Aportes importantes de los proyectos desarrollados* fueron que el uso de ODA favoreció la mejora de los aspectos socioemocionales, promovió la imaginación y la creatividad, así como los aprendizajes significativos. De allí que se concluye que todos los proyectos aportan elementos para considerar que el empleo cotidiano en el aula de ODA construye aprendizajes de forma dinámica y motivadora.

En el nivel preescolar se destacan experiencias con el desarrollo de ODA, por una parte, para la aplicación de la estrategia con ODA con base en las inteligencias múltiples. Por otra parte, hay resultados relevantes sobre el uso de ODA que favorecieron la educación socioemocional a través de experiencias diarias, con logros de mayor autorregulación y sensibilidad ante las situaciones expresadas por sus compañeros y resolver los conflictos presentes en el salón de clases. Esas experiencias fueron evaluadas con enfoque socioformativo con logros significativos y con resultados que reflejan el impacto en la construcción de sus aprendizajes, así como en los niveles resolutivo, autónomo y estratégico.

Por último, es importante resignificar las herramientas digitales utilizadas dentro del espectro de los ODA, ya que posibilitan su reutilización, accesibilidad y duración, así como su transversalidad. También, que utilizar aplicaciones para explicar, ejemplificar

o realizar actividades de manera grupal contribuye a motivar al alumnado para una mayor participación creativa y colaborativa. Por ello, en todos los niveles educativos es primordial que los profesores y las profesoras reconozcan los beneficios que los ODA aportan a su práctica y los empleen.

Así mismo, reconocer el aporte que la conformación del portafolio electrónico como producto de aprendizaje hace al proceso de evaluación socioformativa en la educación superior, así como el diseño y la implementación de rúbricas, especialmente en la educación básica. Más aún, si se complementan con el uso de ODA adecuadas al contexto, con procesos propios de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación en el que se involucren de manera activa tanto alumnos como docentes en un proceso reflexivo, crítico y analítico de ese uso, logrando con ello el propósito central de la evaluación socioformativa.

Si bien en los resultados de los diferentes proyectos se señalan las ventajas de emplear los ODA como recursos didácticos y poco en las limitaciones, es importante tener en consideración cuando se empleen en el proceso educativo, que pueden presentarse otras, como la descontextualización que puede darse cuando el contenido no se adapta al contexto específico de los alumnos, condición que puede dificultar la comprensión del contenido y su aplicación en la resolución de situaciones específicas. Otro aspecto que puede limitar el aprendizaje con ODA es la dependencia tecnológica, ya que, si los alumnos se acostumbran a depender de la tecnología para aprender, pueden tener dificultades en situaciones donde no tengan algún material disponible. Así mismo, tener en cuenta la calidad variable de esos recursos ya que no todos los ODA cumplen con las condiciones requeridas para el contenido a abordar; algunos pueden ser muy efectivos, en tanto que otros pueden no cumplir con los estándares de calidad necesarios para un aprendizaje efectivo.

*Se agradece la sistematización de información: Aranza Shalma Barrera Meza y Alejandro Juárez Gudiño.

Referencias

[1] IEEE. (2002). Estándar para Metadatos de Objetos Educativo. https://campus.paho.org/sites/default/files/webfiles/documentos/LOMv1_0_Spanish.pdf

[2] Y. Ossandon. (2005). *Objetos de Aprendizaje: Un recurso pedagógico para e-learning.* Chile: Universidad de Tarapacá.

[3] M. F. Mendives Aponte (2018). *Las Inteligencias múltiples y su relación con el rendimiento académico en los estudiantes del segundo grado de secundaria de la Institución Educativa Mariscal Castilla* (tesis Doctoral). Perú: Escuela de Posgrado Universidad Cesar Vallejo.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28879/Mendives_AMF.pdf?sequence=1

[4] K. M. Belmonte-Becerra. (2020). *La educación socioemocional como medio para favorecer la autorregulación de emociones del niño preescolar, una mirada desde la investigación acción*. Estado de México, México: Acervo Digital Educativo. https://acervodigitaleducativo.edugem.gob.mx/handle/acervodigitaledu/29368

[5] D.Mato -Vásquez y D. Álvarez- Seoane. (2019). La implementación de TIC y MDD en la práctica docente de Educación Primaria. *Campus Virtuales 8*(2), 73-84. http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/515

[6] E. Novillo, J. González y J. Facuy. (2018). Objetos digitales de aprendizaje. En J. Guerrero Jirón, A. Rodríguez Méndez y J. Facuy Delgado, *Herramientas pedagógicas para un proceso de enseñanza innovado*, pp. 147-170, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.

[7] J. Hernández Mosqueda, S. Tobón Tobón, M. F. Ortega Carbajal, M. Carbajal & A. Ramírez Cuevas. (2018). Evaluación socioformativa en procesos de formación en línea mediante proyectos formativos, *Revista Educar, 54*(1). 147-163 https://educar.uab.cat/article/view/v54-n1-hernandez-tobon-ortega-ramirez/766-pdf-es

[8] J. Dewey. (1995) *Democracia y Educación*, Argentina: Ed. Losada.

[9] R. E. Stake. (2006). *Evaluación comprensiva y evaluación basada en estándares.* Graó.

[10] S. Tobón Tobón. (2017). *Evaluación socioformativa, estrategias e instrumentos*, Estados Unidos: Kresearch.

[11] Universidad Pedagógica Nacional. (2017). *Licenciatura en Educación Inicial y Preescolar*. https://www.upnvirtual.edu.mx/leiyp/

Sitio web de información territorial: herramienta de apoyo para la divulgación y la educación ambiental del Corredor Biológico Interurbano Cubujuquí, Costa Rica

José Ignacio Alvarado Espinoza[1], Marilyn Romero Vargas[1]

[1] Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional (Costa Rica)
jose.alvarado.espinoza@est.una.ac.cr; marilyn.romero.vargas@una.ac.cr

Resumen. La información geográfica representa un recurso básico en la comprensión del territorio a gestionar por los corredores biológicos. La disponibilidad y el acceso digital interactivo al recurso geoespacial potencia un mayor alcance de las acciones de responsabilidad ambiental de la ciudadanía. El objetivo de este artículo es presentar, la estructuración de una herramienta web creada con fines de divulgación y educación ambiental para los habitantes del Corredor Biológico Interurbano Cubujuquí (CBIC), Costa Rica. La herramienta enfatiza en el uso de la información geográfica, especialmente, la cartografía web, como un medio de comunicación de las características naturales, ambientales y sociales del corredor. La cartografía elaborada es una representación cuantitativa y temática basada en información geoespacial de fuentes secundarias y primarias que puede ser accesada por personas usuarias de redes de navegación. En total, el sitio web incluye 17 mapas web temáticos que representan aspectos constitutivos, fisiográficos, ambientales, sociales y paisajísticos del territorio. Un 39% del contenido del sitio web corresponde a imágenes e ilustraciones, 29% corresponde a mapas web, 28% a información textual y 3% a videos. El sitio web pretende ser un recurso cartográfico actualizado para personas tomadoras de decisiones en materia de conservación. No obstante, al ser una iniciativa reciente, aún no ha sido evaluado el acceso y la usabilidad de la información por parte de las personas usuarias.

Palabras clave: Sitio web de información territorial. Cartografía web. Educación ambiental. Corredor Biológico Interurbano.

1. Introducción

La educación ambiental ha adquirido cada vez más relevancia dentro de estrategias de gestión ambiental y de planificación territorial debido a la necesidad social y cultural de fomentar una mejor relación entre la sociedad y la naturaleza. En ambientes urbanos, el crecimiento no planificado de la ciudad repercute en la reducción de áreas naturales y la contaminación de los recursos naturales. Desde sus prácticas cotidianas, las personas que habitan la ciudad son agentes reproductores de la problemática socioambiental o agentes de cambio. Este cambio puede ser apoyado por procesos de

sensibilización ciudadana, de tal forma que pueda existir una mayor conciencia de los efectos que las acciones humanas producen sobre el ecosistema, el bienestar y la salud.

Una ciudadanía que ha sido capacitada en la comprensión sistémica del medio ambiente logra interiorizar que existe una interacción sociedad-naturaleza y un compromiso ético con el ambiente. En este punto, las personas comprenden que forman parte de ese sistema de interacción y ejecutan acciones para desarrollar estilos de vida basados en la conciencia sobre la conexión de los componentes del sistema, su realidad, potencialidades y limitaciones [1]. De este modo, se construye una cultura ambiental que permite actuar desde el equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos obtenidos de la naturaleza y el desarrollo social y económico de las comunidades.

Para comprender mejor la realidad ambiental es necesario contar con información geográfica que permita identificar las características naturales y sociales que definen al territorio. La información geográfica, dentro de la educación ambiental, se hace necesaria para entender la relación sociedad-naturaleza desde el papel que desempeña la sociedad dentro del equilibrio ambiental. Dentro de este pensamiento el enfoque geográfico, no solo involucra pensar sobre los procesos de planificación y uso del territorio y sus recursos naturales (toma de decisiones), sino que pretende generar espacios de apertura para la generación de propuestas, sugerencias y reflexiones que pueden revertir o mitigar los impactos negativos de la transformación ambiental [2].

Una forma que tiene la información geográfica para aportar a la educación ambiental ciudadana es a través de la elaboración de cartografía temática. Los mapas utilizan el lenguaje cartográfico para transmitir, a través de símbolos, cualidades del espacio. Desde un punto de vista didáctico, los mapas desarrollan la curiosidad por conocer las características del entorno, permiten relacionar la realidad con elementos representados, motivan a un pensamiento integrador, ayudan a localizar información útil para la vida cotidiana, entre otras ventajas [3]. Estas capacidades son necesarias para que la ciudadanía pueda conocer el contexto geográfico que involucra su entorno inmediato logrando realizar una interpretación del territorio en términos de escala y ubicación.

Con el avance de las tecnologías de la información geográfica, la cartografía ha dado un salto de la producción de mapas impresos a la generación de mapas web, los cuales suponen una alternativa para que la información geográfica pueda ser accedida por personas usuarias de redes de navegación. La cartografía web es una “visualización interactiva de la información geográfica” [4] que utiliza los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para publicar contenido geoespacial. Esta tecnificación de la información geográfica es trasversal a la educación ambiental digital por cuanto se apoya con recursos didácticos más dinámicos y ambientados al espacio geográfico inmediato. El uso de aplicaciones móviles y plataformas virtuales de contenido resulta en una oportunidad que mejora la eficacia de los programas educativos permitiendo una conexión más práctica, cercana y participativa entre las poblaciones de trabajo y los conceptos ecológicos empleados dentro de procesos de sensibilización ciudadana [5].

2. Objetivo

La herramienta se diseñó con el objetivo de apoyar procesos de divulgación científica y educación ambiental del Corredor Biológico Interurbano Cubujuquí (CBIC) a través de una plataforma digital que reúna la información que varias instituciones, organizaciones y unidades académicas de la Universidad Nacional (UNA) de Costa Rica levantaron en el marco de la creación del CBIC, oficializado en noviembre, 2024.

Los Corredores Biológicos Interurbanos (CBI) son una estrategia de conservación que el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) de Costa Rica ha estado implementando desde el año 2017 en entornos urbanos que presentan una importante degradación ambiental. Su finalidad está en fomentar la conectividad ecológica de hábitats y ecosistemas, contribuyendo al mantenimiento de la biodiversidad e incluyendo a la sociedad en la dimensión política, cultural y socioeconómica [6].

La creación de un CBI se fundamenta mediante la elaboración de información técnica y científica. La Universidad Nacional, a través del proyecto "Corredor Biológico Interurbano para el Área Metropolitana de Heredia, desde un enfoque bioeconómico", ha apoyado, mediante la investigación y la extensión universitaria, trabajos de graduación y actividades participativas en las cuales personas académicas y estudiantes han colaborado con importantes datos para la consolidación del CBI.

En el marco de la oficialización del CBI Cubujuquí y del nombramiento del Comité Local encargado de su operación, el proyecto decidió recuperar la información levantada para la consolidación del corredor y organizarla dentro de una plataforma digital que permitiera acceder a las imágenes, videos, mapas e ilustraciones con el fin de que la información sirviese de consulta abierta.

Desde la Escuela de Ciencias Geográficas se optó por utilizar la herramienta *ArcGIS Hub* con el objetivo de que la información cartográfica pudiera ser visualizada como cartografía web, al lado del material textual e ilustrativo. Esta cualidad le otorgó a la herramienta un carácter inicialmente divulgativo. Dada la necesidad de capacitar al Comité Local en el manejo de la herramienta y la oportunidad que ofrece la plataforma de incorporar nueva información bajo un enfoque de participación ciudadana, se ha decidido incluir el enfoque educativo. Este enfoque se encuentra aún en proceso de diseño. Debido a ello, en este artículo los resultados y la discusión enfatizan en la estructura del sitio web, el tipo de material que se encuentra disponible hasta el momento y el potencial uso futuro para procesos de educación ciudadana.

3. Metodología

El sitio web se elaboró en el año 2024 mediante la herramienta *ArcGIS Hub* del entorno de *ArcGIS Online*, la cual es una herramienta para el manejo de la información espacial con almacenamiento en la nube [7]. Con esta herramienta se creó una página web a la que se le añadió contenido visual (imágenes, texto y videos) y aplicaciones para la visualización de la información geográfica.

Las fuentes de información utilizadas corresponden a fuentes primarias y secundarias. En el caso de las imágenes y videos el material fue elaborado por entidades académicas, instituciones, estudiantes y personas participantes del proyecto que

autorizaron su publicación en el sitio web. La información textual o de referencia bibliográfica fue tomada de documentos técnicos elaborados para la propuesta de creación del corredor biológico, así como de literatura citada ya existente. La cartografía web fue diseñada a partir de la información generada para la propuesta de creación del corredor, levantamientos de información, así como de material público referenciado disponible en servicios de información geoespacial.

3.1. Población meta

La población meta directa del sitio web es el Comité Local del corredor biológico, el cual se encuentra conformado por personas académicas, profesionales de instituciones públicas y privadas y sociedad civil. Este comité es el encargado de la toma de decisiones a nivel político del corredor biológico. La población meta indirecta se conforma de personas que no poseen conocimientos en materia ambiental sobre el corredor biológico pero que desean conocer sobre las características generales del corredor biológico. La divulgación de la herramienta y la capacitación en el manejo del uso de la plataforma se desarrollará mediante talleres informativos en el que se guiará a las personas usuarias sobre: 1) el contenido que pueden encontrar en la plataforma, 2) qué significado tiene en contenido del sitio y 3) cómo la información del sitio web puede ser útil para la toma de decisiones, ya sea como parte de los proyectos del Comité Local del corredor biológico o como parte de un aprendizaje colaborativo en el que las personas, mediante espacios de discusión, pueden aportar y construir conocimiento sobre su barrio o comunidad y generar nueva información.

3.2. Estructura general del sitio

La página del sitio web se estructura en siete secciones que dividen el contenido en apartados temáticos. En cada una de estas secciones se utiliza tanto información textual como información visual. De una manera especial, las imágenes del sitio web enfatizan en elementos como la fauna del corredor, el paisaje y actividades que se han sido desarrolladas por instituciones y organizaciones. En la fig.1 se muestra la sección de bienvenida en la que se ilustra la especie *Incilius holdridgei*, establecida como especie bandera del corredor biológico.

Fig.1. Sección de bienvenida del sitio web de información territorial del CBIC. Fotografía de *Incilius holdridgei* tomada por Abarca, J., Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Costa Rica.

El contenido de las secciones se resume en la Tabla 1. Las secciones abordan temas como los aspectos constitutivos del corredor biológico, el capital natural y social que se presenta en el territorio, características del paisaje, y los proyectos y actividades que se realizan.

Tabla 1: Contenido informativo de las secciones del sitio web de información territorial, Corredor Biológico Interurbano Cubujuquí

Sección	Contenido Informativo
Bienvenida	Lema del corredor, contactos, créditos y referencias de la información.
¿Quiénes somos?	Videos y material visual sobre la identidad del corredor biológico: especie bandera, elementos focales de manejo ambiental, Comité Local y colaboradores.
Ubicación	Cartografía web de límites geográficos y toponimia.
Capital Natural	Cartografía web e información sobre aspectos fisiográficos del territorio, así como de elementos ambientales, ilustración de flora y fauna del corredor.
Capital Social	Cartografía web e información sobre elementos culturales del corredor biológico.
Paisaje y conectividad	Cartografía web e información las características estructurales del paisaje del corredor: usos y coberturas de la tierra, ubicación de bosques y rutas de conectividad ecológica.
Proyectos y actividades	Imágenes e información sobre las actividades que desarrollan instituciones y organizaciones.

La información cartográfica se encuentra organizada en mapas temáticos individuales. Capa mapa web forma parte de una composición cartográfica en la que se incorporan estadísticas, cuadros o gráficos según la característica geográfica que se representa. Además de ello, dentro de la composición se incluye una sección de texto enriquecido en la que se indican las referencias de la información espacial y las mapas que originan la composición cartográfica. A modo de ejemplo, se presenta la fig.2. en la que se muestra la composición cartográfica del mapa web: “Rutas de conectividad ecológica del Corredor Biológico Interurbano Cubujuquí”. Esta composición, ilustra las rutas definidas de importancia para la conectividad ecológica, áreas silvestres protegidas adyacentes e información de área de otros corredores biológicos interurbanos cercanos.

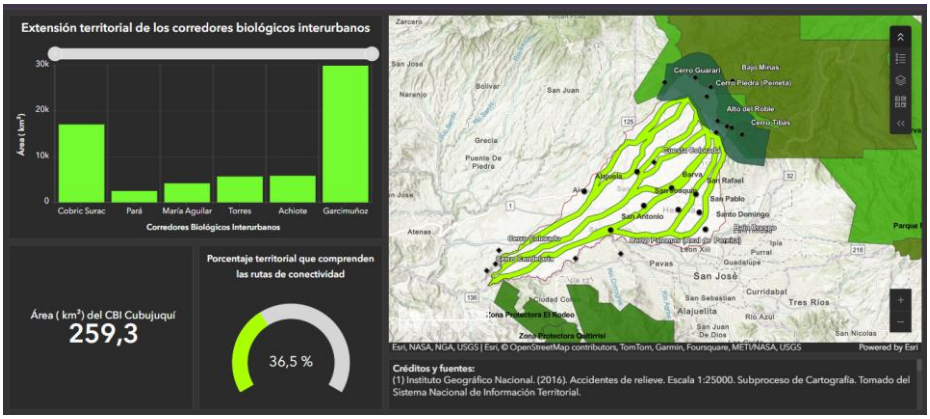


Fig.2. Composición cartográfica del mapa web: "Rutas de conectividad ecológica del Corredor Biológico Interurbano Cubujuquí". Diseño cartográfico de Coronado, M., Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional. Rutas de conectividad elaboradas por Feoli, S., Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

La composición cartográfica permite que la persona usuaria acceda a varias opciones de interacción. Los gráficos pueden ser maximizados y automáticamente escalados según el dato que se desee ampliar. El mapa web puede ampliarse a una vista de pantalla completa para leer mejor la nomenclatura geográfica. La leyenda del mapa y la simbología se encuentran en un menú desplegable y la vista del mapa, así como la escala, pueden agrandarse y alejarse según el interés de la persona usuaria. Además de ello, el mapa base (mapa de fondo) puede cambiarse por una colección de vistas variadas: fondos oscuros, fondos sepia o fondos con relieve, entre otros.

Como este tipo de material tiene un grado de complejidad en el manejo de la información se plantea ofrecer desde el proyecto y la Universidad Nacional espacios de capacitación para el uso de la herramienta identificado 1) la población que ya domina competencias digitales y 2) la población que no cuenta con conocimientos digitales. En el primer caso se dirigirían talleres de laboratorio enfocados en el recorrido por la plataforma, ubicando las secciones y la localización de la información cartográfica y su significado. En el segundo caso se realizarán talleres de preparación para el manejo de tecnologías, antes de realizar la actividad mencionada anteriormente, con el fin de que las personas puedan aprender a manejar algún dispositivo tecnológico que posteriormente les sirva de ayuda para ingresar y navegar por el sitio web.

4. Resultados y discusión

El sitio web fue abierto al público en diciembre de 2024. Al 20 de febrero de 2025 el sitio cuenta con 1087 vistas con una media de consulta de 13,26 vistas por día. En relación con la información que hasta el mes de febrero de 2025 se ha incluido dentro de la plataforma, la fig.3. resume el porcentaje del material contenido.

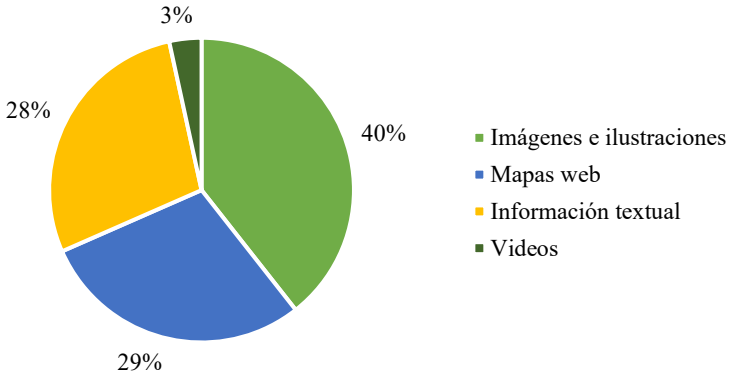


Fig.3. Porcentaje del material contenido dentro del sitio web por categoría temática

Del total de la información, poco más del 70% corresponde a información visual comprendida por fotografías, videos, ilustraciones y mapas. Un 40% del sitio contiene imágenes e ilustraciones, un 29% se constituye de mapas web, un 28% de información textual y un 3% del contenido del sitio corresponde a videos.

En el caso específico de la información cartográfica, la fig.4. muestra la cantidad de mapas web por categoría temática.

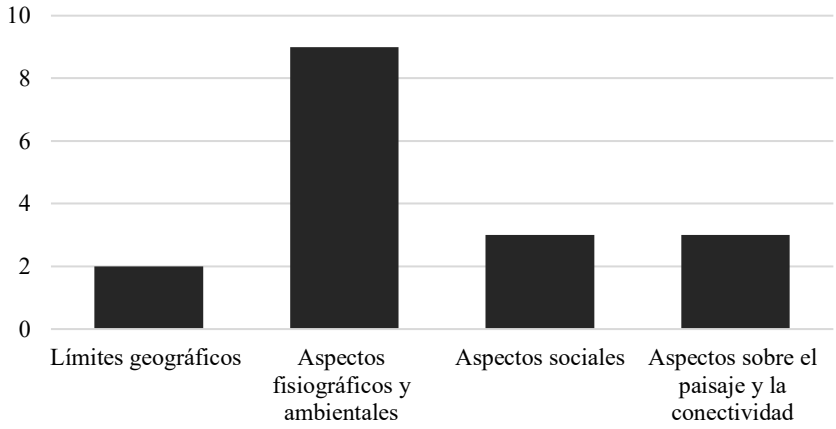


Fig.4. Cantidad de mapas web por categoría temática dentro del sitio web

En total se realizaron 17 mapas web. De la información geográfica representada 9 mapas ilustran aspectos fisiográficos y ambientales del territorio, 3 mapas ilustran aspectos sociales, 3 mapas aspectos sobre el paisaje y al conectividad y 2 mapas ilustran aspectos relacionados con los límites geográficos del territorio del corredor. La mayor parte de la información cartográfica elaborada corresponde a características

fisiográficas y ambientales del territorio. En la Tabla 2, se especifican los mapas web que se incluyen dentro de cada categoría.

Tabla 2: Mapas web incluidos dentro de cada categoría temática

Categoría temática	Mapas web
Límites geográficos	1. Límites político-administrativos 2. Cuencas hidrográficas
Aspectos fisiográficos y ambientales	3. Porcentaje de pendientes 4. Precipitación 5. Zonas climáticas 6. Clasificación de suelos 7. Índices de fragilidad ambiental 8. Capacidad de uso de la tierra 9. Bandera Azul Ecológica 10. Zonas de Vida de Holdridge 11. Geología
Aspectos sociales	12. Densidad poblacional 13. Escolaridad 14. Organizaciones e instituciones
Aspectos sobre el paisaje y la conectividad	15. Coberturas y usos de la tierra 16. Bosques 17. Rutas de conectividad ecológica

Dentro de la información fisiográfica y ambiental se pueden encontrar datos geoespaciales relativos a la cantidad de precipitación por área dentro del territorio, zonas climáticas, zonas de vida, niveles de fragilidad ambiental, entre otras. Dentro de la información social se encuentran aspectos como la densidad poblacional, el grado de escolaridad de la población y la localización de servicios y organizaciones (como por ejemplo centros educativos) dentro del corredor.

Como se mencionó en el apartado de metodología muchos de los conceptos que son incorporados en la cartografía requieren de un acompañamiento mediante talleres para lograr que las personas puedan comprender las características del territorio y ser tomadoras de decisiones en tanto que sean capaces de relacionar los conceptos con el valor que tiene la naturaleza para la sociedad, los problemas ambientales que se pueden presentar y las oportunidades que se pueden incentivar entre los actores que conforman el corredor biológico. Todo ello, encaminado hacia el fomento de valores educativos relacionados con el fomento de la responsabilidad ambiental y la comprensión de las relaciones causa-efecto sobre el ambiente.

Aunque el enfoque educativo de la herramienta aún se encuentra en un estado de diseño y estructuración se tiene pensado motivar que las personas, además de poder visualizar la información, puedan participar en actividades que permitan recopilar información que posteriormente pueda ser ingresada a la plataforma para su divulgación. De manera especial la herramienta *ArcGIS Hub* facilita este tipo de interacciones mediante formularios en línea y el diseño de aplicaciones colaborativas

que permiten reunir datos en campo mediante la conexión con dispositivos móviles que son de utilidad para que las personas puedan evaluar, de manera participativa, aspectos como paisajes, estados de los recursos hídricos o servicios culturales de la comunidad. Posteriormente, la información puede recopilarse y ser devuelta mediante aplicaciones de divulgación como *Story Maps* (páginas de contenido basadas en el uso de mapas de ruta) o *Dashboards* (cuadros de mando que facilitan la generación de estadísticas tomadas de la información geoespacial).

En el ámbito de la divulgación de la herramienta se pretende recurrir a varios medios de comunicación. Por una parte, desde una modalidad presencial, la herramienta se divulgaría en talleres sostenidos con el Comité Local, a través del cual, una vez establecidas sus vías de comunicación, puedan compartirse sobre la existencia de la plataforma y generar infografías sobre la información que puede ser encontrada en el sitio. Propiamente dentro de una divulgación basada en redes sociales, la plataforma *ArcGIS Hub* facilita conectar la herramienta con redes sociales como Facebook, YouTube e Instagram. Una vez que el comité cuente con este tipo de redes la divulgación, el acceso directo al sitio podrá compartirse a través de ellas permitiendo ingresar directamente desde la aplicación de partida hacia la plataforma del sitio web.

Un último aspecto de discusión sobre la creación de la plataforma es el ámbito de la sostenibilidad. Actualmente la plataforma es administrada por la UNA a través de las cuentas educativas que brinda la herramienta de trabajo. Esto supone un reto para la continuidad del trabajo y la actualización de la información ya que depende de la participación de académicos y estudiantes según el financiamiento y horas de participación dados a las unidades académicas. Además de ello, en el caso de las actividades de trabajo bajo el modelo de ciencia ciudadana aspectos como el resguardo de la identidad de los participantes, manejo de la información y almacenamiento de los datos recopilados, son puntos de consideración que están siendo valorados dentro del planteamiento del enfoque educativo de la herramienta, todo ello dirigido hacia el resguardo de la propiedad intelectual y el buen manejo de la información.

5. Consideraciones finales y trabajos futuros

La información geográfica tiene mucho que aportar a los procesos de educación ambiental porque tiene la capacidad de representar la espacialidad de la relación sociedad-naturaleza de un territorio o espacio geográfico. Con el desarrollo de las tecnologías de comunicación, la información cartográfica ha encontrado una oportunidad para ser accedida desde redes de navegación, lo que permite que una mayor cantidad de personas pueda conocer más sobre el territorio en el que habita y tomar decisiones y acciones que mejoren el entorno.

En este trabajo, se abordó, de una manera general, la elaboración de una plataforma digital enfocada en la divulgación de la información geográfica de un corredor biológico interurbano de Costa Rica. Mediante la herramienta se puede incorporar información, textual, ilustrativa y audiovisual, al lado que se puede desarrollar una cartografía interactiva con personas usuarias del contenido. Este recurso se plantea como una forma de apoyo para actividades de educación ambiental, dirigida a personas con cierto grado de conocimiento en materia ambiental que requieren de información

geográfica para el entendimiento y toma de decisiones del medio natural y social que se presenta dentro del corredor biológico.

Dado que la creación del corredor biológico y el diseño de la herramienta son todavía recientes aún no se han podido desarrollar procesos de evaluación por parte de los usuarios de la información respecto a la accesibilidad y el contenido disponible de la herramienta. Este punto, junto al desarrollo de un plan de sostenibilidad del proyecto, se encuentra pendiente a fin conocer el grado de accesibilidad de las personas a la comprensión del contenido de la plataforma, ya que representa la base para poder incentivar procesos de participación ciudadana bajo un modelo de educación ambiental encaminado al aprendizaje colaborativo y la generación de nueva información geoespacial.

6. Referencias

[1] Osorio Abad, A., Suárez Bosque, R., y Abad Cabrera, M.D. (2018). Educación Geográfica y Educación Ambiental, un binomio necesario en el mundo actual. Varona [en línea], n°67, p. 1 - 11. ISSN 1992-8238.

[2] Lapena, J. (2023). Contribuciones de la Geografía a la Educación Ambiental en el marco de su implementación en el sistema educactivo bonaerense. Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía. (34), p. 265-283. https://doi.org/10.37838/unicen/est.34-165 .

[3] Jerez García, O. (2006). El lenguaje cartográfico como instrumento para la enseñanza de una Geografía Crítica y para la Educación Ambiental. En Marrón Gaite, M.J., y Sánchez López, L. (coords.), Cultura geográfica y educación ciudadana (p. 483 - 501). Ediciones de la Universidad de Castilla - La Mancha.

[4] Esri. (2025). Mapas web. https://doc.arcgis.com/es/arcgis-online/reference/what-is-web-map.htm [Accesado: 20 de febrero, 2025].

[5] Angulo Mina, D.M., Sangacha Guamán, D.L., Guano Coca, L.D. Huatatoca Mamallacta, G.B. y Núñez Naranjo, A.F. (2025). La Educación Ambiental Apoyada por Recursos Tecnológicos Interactivos. Digital Publisher CEIT, 10 (1-2), p. 65-80. https://doi.org/10.33386/593dp.2025.1-2.2951

[6] Decreto Ejecutivo 40043 de 2016. Regulación del Programa Nacional de Corredores Biológicos. Vigente desde 27 de enero de 2017. Diario Oficial La Gaceta.

[7] Esri. (2025). ArcGIS Hub. Información general. https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/arcgis-hub/overview [Accesado: 20 de febrero, 2025].

Las Cuestiones Socioambientales como escenario de participación en educación comunitaria: Fundamentos desde la ciencia posnormal y la comunidad de pares extendida

Sandra Milena Aux Bello[1], William Manuel Mora Penagos[2]

[1] Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)
smauxb@udistrital.edu.co

[2] Profesor del Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)
wmmorap@udistrital.edu.co

Resumen. Esta comunicación presenta la base de justificación conceptual de una tesis doctoral en curso, en la línea de investigación "inclusión de la dimensión ambiental en la educación en ciencias". El documento inicia mostrando la importancia de la articulación entre la educación en ciencias (EC) y la educación ambiental (EA) [1], para dar cuenta de la actual crisis civilizatoria: climática, sanitaria y de pérdida de biodiversidad, originada por un modelo económico – tecnocientífico, productivista – consumista [2]. Así mismo, se ofrece una reflexión sobre las "cuestiones socioambientales" (CSA) en la escuela, como contexto didáctico para enfrentar estas problemáticas complejas, para la toma decisiones ciudadanas [3], lo que demanda de la participación en una "comunidad de pares extendida" con criterios epistemológicos políticos que relacionan ciencia – cultura, verdad - calidad [4].

Palabras clave: Cuestiones socioambientales, participación comunitaria, ciencia posnormal, comunidad de pares extendida.

1. Introducción

La escuela no puede permanecer ajena a la actual crisis civilizatoria por lo que se le demanda de actividades de alfabetización científica y ambiental, proponiendo estrategias para reconocer la complejidad de estos problemas, desde una perspectiva crítica y situada localmente, integrando epistemologías, más allá del positivismo [5], y que permitan integrar distintas dimensiones de la cultura, en un "dialogo inter epistémico".

Urge desde el campo educativo hacer evidente como la ciencia de la modernidad ya no puede ser considerada como la única capaz de ofrecer soluciones viables a la crisis global actual y que a su vez permita provocar cambios curriculares pertinentes, sin contribuir a superar el "epistemicidio" del conocimiento tradicional – cultural y si

permitiendo el "diálogo de saberes" o diálogo interepistémico, como lo muestra Boaventura de Sousa Santos, citado en [3]: "*las culturas pueden ser enriquecidas a través del diálogo y la confrontación, sabiendo que la ignorancia siempre estará presente y que todas las prácticas de relaciones entre seres humanos y de ellos con la naturaleza implican más de una forma de conocimiento*" un saber en el cual se promueva la democratización del conocimiento frente a problemas en los cuales prevalecen la incertidumbre, el conflicto de intereses y que se identifican por su alto nivel de complejidad.

Por ello, esta propuesta investigativa se centra en evidenciar, a partir de diversos referentes teóricos, el papel fundamental de la escuela en la comprensión y el abordaje de las problemáticas actuales tanto a nivel local como global. Esto implica su integración en el currículo y la creación de espacios que fomenten la participación de los estudiantes dentro de la comunidad de pares extendida.

2. Contexto de la problemática

Es fundamental que la EC, que tradicionalmente ha estado centrada en la enseñanza de conceptos y habilidades procedimentales, y la EA, enfocada en la formación en actitudes, valores y conductas individuales, sean convergentes críticamente desde una alfabetización ciudadanía activa y comprometida, facilitando la toma de decisiones informadas y la participación en los procesos sociales y políticos situados localmente [2].

América Latina, desde la perspectiva intercultural, interepistémica y del sur, asociada a alternativas al desarrollo capitalista como el "buen vivir", conforman la propuesta de "sustentabilidad", que dista del concepto de sostenibilidad del norte que difícilmente cuestiona el modelo económico capitalista articulado a la tecnociencia de la modernidad, y que creemos que desempeña un papel clave en la construcción de un enfoque propio que integre la EC y la EA [6]. De esta manera, resulta fundamental abordar aspectos como el desarrollo profesional docente articulado a la transformación curricular y el desarrollo de estrategias didácticas adecuadas, orientadas a la sustentabilidad de la vida y a la búsqueda de una justicia epistémica [7].

Por otro lado, la intersección entre la EC y la formación en ciudadanía ambiental radica en el análisis crítico de las situaciones que representan un riesgo para el colectivo, con el fin de fomentar una comprensión, compromiso y pertinencia más profunda asociadas a una formación para dar respuestas adecuadas a los desafíos socioambientales en contextos locales propios, generando una mejor actitud hacia su aprendizaje no solo individual sino social, en una educación comunitaria asociada a la escuela, desde un currículo situado en la realidad de forma pragmática a problemáticas urgentes, cargada de incertidumbre y de intereses de distintos grupos [8]; [9].

Desde la didáctica de las ciencias, particularmente, han surgido diversos enfoques de la línea de investigación conocida como "cuestiones socio-científicas" (CSC) que han integrado las problemáticas ambientales. Estas cuestiones se caracterizan por su complejidad inherente, la necesidad de comprender la ciencia que las sustenta, y su

papel en la formación de una ciudadanía responsable y comprometida con la sostenibilidad ambiental. Además, representan una oportunidad para que los estudiantes exploren problemas complejos, negocien soluciones y desarrollen y justifiquen sus propias perspectivas, considerando dimensiones éticas, políticas e ideológicas en el proceso de negociación [5].

Las cuestiones socioambientales (CSA) emergen en la intersección de las estrategias didácticas entre la educación en ciencias y la educación ambiental, según [3], estas cuestiones permiten ofrecer a los estudiantes la oportunidad de participar en la toma decisiones dentro de un marco de conflictos socioambientales, que requieren de formación epistemológica interdisciplinaria y de diálogo de saberes, integrando las ciencias naturales y sociales con las humanidades, promoviendo el respeto por la diversidad epistémica. Asimismo, Robottom, como fue citado por [5], sostiene que "las cuestiones medioambientales se entienden mejor en el marco de un discurso social que de un discurso científico".

Desde esta perspectiva, las CSA se orientan hacia el desarrollo de habilidades que permitan comprender el conocimiento en contexto, fortalecer el bienestar emocional, reconocer la importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones y fomentar un pensamiento sistémico, holístico y multidimensional, para una ciudadanía ambiental orientada al cambio social [10]. Además, contribuyen al desarrollo de la resiliencia ante la incertidumbre, la implementación de estrategias para abordar problemáticas, el reconocimiento del otro y la acción estratégica [7].

En el contexto educativo colombiano a pesar de contar con un marco legislativo amplio aún se carece de una verdadera articulación entre la EC con la EA, como precedente se han formulado diferentes políticas, desde la constitución de 1991. Es así como el decreto 1743 del año 1994, reguló inicialmente la construcción de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAEs) en la educación formal básica y media, desde un enfoque de currículo transversal para llevar a las comunidades educativas a un análisis crítico de los problemas ambientales propios de su entorno. Esta propuesta fue ampliada desde la Política Nacional Ambiental (formulada en 2002) a los PRAU (Proyectos ambientales Universitarios), y los PROCEDA (Proyectos ciudadanos de Educación Ambiental) y posteriormente en el año 2012, se instauró la ley 1549, definida como la Política de Educación Ambiental que actualmente en 2025 se encuentra en proceso de reforma.

Sin embargo, existen investigaciones que sustentan cómo tales políticas no han podido asociar efectivamente los entornos educativos con sus problemáticas ambientales, de esta manera un estudio realizado por [11], en las Instituciones Educativas de la Localidad 18 de la Ciudad de Bogotá - Colombia, evidencia "*vacíos en la construcción de estrategias que permitan formar habilidades encaminadas a los procesos de reflexión y crítica del contexto que permitan entender la complejidad del ambiente"*, revelando la falta de conexión entre políticas y la poca vinculación con las soluciones educativas respecto a la realidad ambiental del contexto anexo a las instituciones educativas y sus comunidades.

En consecuencia, la subdirección de educación y participación del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS emitió un documento denominado "Re-significación de los Proyectos Ambientales Escolares PRAE" [12], en el cual resaltan los obstáculos que a la fecha limitaban la construcción de los PRAE y que deben ser trascendidos; entre ellos, la escaza formación docente, la desarticulación de la educación ambiental con el currículo, la ausencia de lectura del contexto, la escaza sistematización de las experiencias y la ausencia de espacios de reflexión crítica, planteando en consecuencia un marco conceptual de formulación de los PRAE desde acciones que reconozcan la participación ciudadana desde el marco del diálogo de saberes, el cuestionamiento permanente y el análisis desde el contexto.

Si bien en Colombia se han desarrollado avances en el ámbito de la Educación Ambiental, aún persisten desafíos en la integración de la dimensión ambiental en toda su complejidad dentro del contexto escolar. Más allá de las prácticas actuales, es necesario promover una educación ambiental ciudadana crítica que contribuya al cambio social. Para ello, se requiere una formación que fortalezca la participación social desde una epistemología política orientada a la toma de decisiones colectivas donde la propuesta de "Ciencia Posnormal" (CPN), elaborada por Silvio Funtowicz y Jerry Ravetz entre los años 80 y 90, surge con gran potencial para democratizar las ciencias al abordar cuestiones políticas en escenarios caracterizados por la incertidumbre y la lucha de intereses sociales, mostrando las limitantes de la ciencia tradicional para enfrentar estas situaciones, vinculadas con diversidad de valores, la alta relevancia de lo que está en juego y la urgencia en la toma de decisiones [13].

El cambio climático, el surgimiento de pandemias de origen zoonótico, los conflictos bélicos, están acompañado de diversos problemas éticos, culturales y políticos que replantean la concepción de la verdad como pilar del conocimiento. En su lugar, se propone adoptar la noción de calidad en la toma de decisiones, favoreciendo la búsqueda de múltiples perspectivas y la integración de ideas provenientes de las diversas partes interesadas [4]. Así, en el marco de la ciencia posnormal la pluralidad de perspectivas y la inclusión, fortalecen la calidad del conocimiento más allá de la verdad del conocimiento producido. A partir de esta premisa surge el concepto de "comunidad de pares extendida" o ampliada, [13], precisada para la participación tanto de la experiencia desde el conocimiento científico, como del saber tradicional y local y la intervención de todos aquellos que se puedan ver afectado en el proceso de toma de decisiones. Por lo que la ciencia posnormal también ha sido llamada Ciencia por y con la gente [14].

El desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación ha facilitado una mayor participación ciudadana en la formulación y ejecución de proyectos que les generan beneficios. En este sentido, la ciencia ciudadana puede entenderse como una expresión de la comunidad de pares extendida. No obstante, es fundamental que esta participación se base en evidencia sustentada en la experiencia, el conocimiento y la comprensión del contexto, permitiendo así el disenso frente a las perspectivas tradicionales positivistas. En el mismo sentido es necesario afirmar que la participación de la comunidad de pares extendida contribuye de manera significativa al fortalecimiento de los procesos de investigación científica [15].

En la toma de decisiones en los procesos de participación de la comunidad de pares extendida, es fundamental evaluar la validez de las suposiciones subyacentes y el enfoque más reconocido hasta la fecha es el propuesto por Funtowicz y Ravetz en 1990, conocido como NUSAP (Numeral Unit Spread Assessment Pedigree) siendo una de las principales ventajas de este método su capacidad para abordar incertidumbres que, por lo general, no son consideradas en la investigación científica tradicional [16]. Beard como se cita en [16] resalta en su estudio lo cuidadoso que se debe ser en el proceso de toma de decisiones, frente a lo cual expone tres razones: no es posible conocer todas las implicaciones de los hechos futuros, algunas situaciones pueden ser ignoradas por ser consideradas improbables y se podrían hacer conjeturas no realistas. Su análisis parte de citadas referencias con relación a casos reales en donde la falta de análisis de los supuestos generó tragedias humanas.

3. Conclusiones

A manera de conclusión se podría decir que es importante el desafío de la educación frente a la situación de crisis civilizatoria y ambiental actual, como se ha mencionado esta llamada a la transformación desde el currículo, extendiéndolo al análisis propio del contexto global y local, desde los escenarios sociales, políticos y económicos, que permita reconocer el entorno en toda su complejidad, fomentar en los educandos la reflexión crítica a través del trabajo interdisciplinar y transdisciplinar que le permita comprender su realidad, provocando su participación en las decisiones que afectan a su comunidad, siendo parte de un diálogo de saberes en el que confluyan y se respeten las ideas, incluso aquellas que no provienen del conocimiento científico y que se han construido a lo largo de los años como parte de la experiencia propia con el entorno. No nos es posible predecir el futuro, pero si participar en la formación de ciudadanos críticos para el cambio social y ambiental.

4. Referencias

[1] A. Gough, “Mutualism: A different agenda for environmental and science education”, “*Int. J. Sci. Educ”*, vol. 24 no. 11, pp. 1201-1215, 2002. DOI: 10.1080/09500690210136611

[2] A. Wals, A.; M. Brody, J. Dillon, J. & R. Stevenson, “Convergence between science and environmental education”. “*Sci”*. vol. 344, no. 6184. pp. 583-584, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.1126/science.1250515.

[3] W. Mora, “Articulación entre educación ambiental y educación en ciencias en escenarios de cambio global: aportes a una educación resiliente pos-sostenibilidad desde una didáctica centrada en cuestiones socioambientales”. En Parga, D.L., Zapata, P.N., Tuay, R.N. (Comp). *Educación en ciencias y matemáticas: contextos, desafíos y oportunidades. XVII Cátedra Doctoral en Educación y Pedagogía*. Doctorado Interinstitucional el Educación. Bogotá: Editorial Universidad Pedagógica Nacional. pp. 163-194, 2024.

[4] A. Karpińska, "Post-Normal Science. The Escape of Science: From Truth to Quality?", "*Soc. Epistemol",* 32:5, 338-350, 2018.
DOI: 10.1080/02691728.2018.1531157.
[5] J. Dillon, & B. Herman, "Environmental Education". In: N. G. Lederman, D. L. Zeidler, & J. S. Lederman (Ed.). *Handbook of Research on Science Education. Volume III*. Routledge. Taylor and Francis Group. New York. 2023, pp. 717-748.
[6] W. Mora, *Investigación y formación de profesores de ciencias: Diálogos de perspectivas latinoamericanas* "Las epistemologías del sur y la relación sostenibilidad / sustentabilidad en la construcción conceptual de una línea de investigación didáctica sobre justicia socioambiental". (Ed.). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, pp. 21 – 54, 2020.
[7] L. Freire, F. Kong, & W. Mora. "Science Education for sustainable development" Rethinking Science Education in Latin-America. Diversity and Equity for Latin American Students in Science Education. Ed Marzabal & C. Merino. 2024, cap. 3, pp. 43-61. DOI: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52830-9
[8] M. García, & I. Garzón. Educación en ciencias y ciudadanías ambientales: un encuentro pertinente para la formación en la escuela. *XI Congreso Iberoamericano de Educación Científica - CIEDUC.* Antigua Guatemala, 28 nov. al 1 dic. de 2022. pp. 261 – 268.
[9] C. Cárdenas, W. Mora. Las competencias ambientales en la formación permanente del profesorado en torno al diseño del PRAE. Una introducción al estado del arte. *XI Congreso Iberoamericano de Educación Científica - CIEDUC*. Antigua Guatemala, 28 nov. al 1 dic. de 2022. pp. 269 – 276.
[10] A. Hadjichambis. Ch. & Reis P. "Introduction to the Conceptualization of Environmental Citizenship for Twenty-First- Century Education". *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education*. Springer Open. 2020. pp. 1 – 14. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1.
[11] C. Bernal. & A. Pinzón. Aproximaciones conceptuales, contextuales y proyectivas presentes en los proyectos ambientales escolares (PRAE) de las instituciones educativas públicas de la localidad Rafael Uribe Uribe, "tesis de especialización". UDU. Bogotá. 2017. http://hdl.handle.net/11349/14919.
[12] MADS. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resignificación de los Proyectos Ambientales Escolares PRAE. Educación Ambiental para sustentar la vida. 2021.
[13] S. Funtowicz, & C. Hidalgo. "Epistemología política. Ciencia con la gente". *CTS*. vol. 19 no. 55. pp. 215 - 228. 2024.
[14] Wesselink, A. & Hoppe, R. (2011). If post-Normal Science is the Solution, What is the Problem?: The Politics of Activist Environmental Science. *Science, Technology & Human Values*. 36 (3). 389-412. DOI: 10.1177/0162243910385786.
[15] S. Healy. "Extended peer communities and the ascendance of Posnormal politics". Futures vol. 31. pp. 655-669. 1999.
[16] I. Boone *et al.*, "NUSAP: a method to evaluate the quality of assumptions in quantitative microbial risk assessment," *JOURNAL OF RISK RESEARCH*, vol. 13, no. 3, pp. 337–352, 2010.

Tejiendo Saberes vegetales: Etnobotánica Familiar y Narrativas para la Formación de Ciudadanía Crítica

Laura Alejandra Mejía Agudelo[1], Álvaro García Martínez [2]

[1] Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE). Universidad Francisco José de Caldas (Colombia)
lamejiaa@udistrital.edu.co

[2] Docente Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE). Universidad Francisco José de Caldas (Colombia)
alvaro.garcia@udistrital.edu.co

Resumen. Este proyecto de clase exploró el papel de la familia en la construcción de ciudadanía crítica a través de la etnobotánica y la investigación narrativa. Los estudiantes, como investigadores, recopilaron historias familiares sobre plantas medicinales, utilizando diversas formas de comunicación (cartas, audios o chats). Estas narrativas provenientes de los padres, ricas en conocimiento tradicional, fueron complementadas con la búsqueda de información realizada por los propios estudiantes, resultando en fichas técnicas y cuentos que integran ambas perspectivas. La etnobotánica familiar conecta a los estudiantes con su herencia cultural y permite comprender la importancia de las plantas en la enseñanza y aprendizaje de la biología. Se observaron en los relatos de los padres plantas como: la mandrágora, caléndula, manzanilla, sábila, entre otras. Las cuales tenían una relación con la familia desde el uso para el cuidado personal, como medicinas o en un sentido espiritual. El análisis realizado por los estudiantes durante las clases reveló la importancia del saber ancestral y la necesidad de valorar la diversidad de conocimientos en la formación de ciudadanos críticos. Al integrar las ciencias naturales con las narrativas familiares, en el aula se mostró la relación entre la sociedad y las plantas, siendo necesario reconocer el papel crucial de la familia como un espacio de aprendizaje del mundo y transmisión de valores, esencial para la formación de ciudadanos comprometidos y conscientes de su entorno.

Palabras clave: Etnobotánica. Saberes Familiares. Plantas medicinales. Enseñanza de la biología y botánica.

1. Introducción

Las familias son cruciales en la formación de ciudadanos críticos, especialmente al integrar conocimientos de ciencias naturales. Esto se logra: 1. Fomentando la curiosidad y el cuestionamiento temprano, inspirando la exploración y el pensamiento científico [1]. 2. Guiando la interpretación de fenómenos naturales mediante observación, experimentación y diálogo para decisiones informadas sobre salud, ambiente y tecnología [2]. 3. Cultivando una mentalidad crítica y analítica en el hogar, preparando ciudadanos responsables comprometidos con el bienestar de su comunidad y del planeta [3].

La participación activa de los padres en la escuela desarrolla habilidades sociales y educativas, promueve la autonomía y una formación significativa [4]. El vínculo familia-escuela es fundamental para el buen desempeño escolar y enriquece la enseñanza-aprendizaje, buscando la formación integral del niño para la ciudadanía [5 y 6].La alfabetización en biología o biological literacy (BL) fomenta la capacidad de pensar críticamente sobre el mundo natural, desde el entendimiento de conceptos centrales, conocimiento biológico, competencias centrales y de la naturaleza de las ciencias (NOS), entre otros [7]. Dada la importancia de la naturaleza de las ciencias en el campo educativo [8], se pone como ejemplo que a partir de reformas curriculares, en Noruega integra la Naturaleza de la Ciencia (NOS), crucial para la alfabetización científica, analizando documentos curriculares para determinar la efectividad de su implementación [9]. Adicionalmente esta puede servir como estrategia el involucramiento de la ciudadanía en la educación a partir de la participación, de la enseñanza de valores asociados al ambiente y al impacto ambiental por acciones humanas [10]

La etnobotánica es el estudio de las relaciones entre las plantas y las personas, esta relevancia de las plantas en la vida humana trasciende su mera función como fuente de alimento y medicina. Su utilidad se extiende a una amplia gama de aplicaciones, desde la fabricación de cuerdas y tintes hasta la construcción de refugios y la elaboración de objetos utilizados en rituales y prácticas culturales [11]. En las escuelas la etnobotánica desempeña un papel crucial en la preservación del conocimiento biocultural y la conexión de la sabiduría tradicional con la educación científica. Los estudios demuestran que la incorporación de conceptos etnobotánicos en los planes de estudio mejora la comprensión de los estudiantes sobre las plantas medicinales y su significado cultural [12] [13]. Este enfoque fomenta la participación y contextualiza el aprendizaje, particularmente cuando los estudiantes participan activamente en la investigación y las entrevistas con miembros de la familia [4]. La integración de la etnobotánica en la educación científica puede reducir la brecha entre el conocimiento académico y el tradicional, promoviendo la conservación ambiental y el uso sostenible de los recursos, dado que se debe reconocer el uso de plantas medicinales como práctica clave en la cultura popular y a menudo es el único recurso terapéutico disponible para ciertas comunidades. [14].

2. Objetivo de la investigación y metodología

El objetivo central de esta investigación radica en emplear los conocimientos etnobotánicos de las familias, a través del conocimiento tradicional de plantas medicinales, que puede ser visto como una herramienta para fomentar la ciudadanía crítica en estudiantes de ciencias naturales. Al valorar y posicionar las narrativas familiares, se busca reconocer y preservar el saber ancestral, a menudo relegado en la escuela. Asimismo, se pretende desarrollar en los estudiantes la capacidad de analizar críticamente tanto el conocimiento científico como el tradicional, identificando puntos de encuentro y divergencia, y reflexionando sobre la relación intrínseca entre la sociedad, la cultura y el medio ambiente, y la relación de las plantas con la sociedad.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN NARRATIVA Y ETNOBOTÁNICA FAMILIAR

Este trabajo fue elaborado con los estudiantes de grado octavo en la asignatura de ciencias naturales, en el Colegio San José Sur Oriental de la localidad 4 (San Cristóbal) en Bogotá Colombia. En los contenidos temáticos del curso de ciencias se trabajó el uso de plantas medicinales para la cura de las enfermedades de diversas índoles y la relación entre las sustancias químicas con el cuerpo para promover la salud, teniendo en cuenta los Estándares básicos de competencias que propone el ministerio de educación de Colombia. Para esto durante una secuencia de 5 clases se le explico al grupo la intencionalidad del proyecto que desarrollarían de manera personal e individual, para esto se realizó una clase alrededor de las plantas y sus aplicaciones en las diferentes esferas de los humanos. Posterior a esto se tomaron 2 sesiones para recopilar la información por parte de los estudiantes tanto de la ficha técnica de la planta, como de las historias de su hogar alrededor de la planta seleccionada. Finalmente durante 2 sesiones de clase se presentaron los cuentos elaborados por los estudiantes y se realizó por medio del dialogo una reflexión alrededor de las historias encontradas en las familias de los estudiantes y la relación entre la etnobotánica con el aprovechamiento de las plantas medicinales.

Como metodología para el siguiente estudio se genera una integración de la investigación narrativa [15] con la etnobotánica para explorar el conocimiento tradicional de plantas medicinales [16]. Esto se encuentra en el paradigma investigativo de la investigación-acción, donde los estudiantes, como investigadores, junto con el docente, recopilan historias familiares sobre plantas medicinales a través de preguntas a sus padres, utilizando audios, chats de WhatsApp y cartas. Esta fase de recolección de datos narrativos permite acceder a conocimientos transmitidos oralmente y experiencias personales. Posteriormente, los estudiantes complementan estas narrativas con investigación bibliográfica, elaborando fichas técnicas de las plantas mencionadas. La síntesis de ambos tipos de información se plasma en cuentos, donde los estudiantes reinterpretan las historias familiares con la investigación plasmada en la ficha de la especie. Finalmente, se realiza un análisis reflexivo por parte de los estudiantes en medio del diálogo durante una sesión de clase alrededor de las narrativas familiares, comparándolas con el conocimiento científico y destacando la importancia del saber ancestral en la comprensión de la diversidad vegetal y sus potenciales usos medicinales.

3. Resultados y discusión

Como primera medida dentro del estudio los estudiantes elaboran una ficha técnica de las especies vegetales que eligieron para la clase. Dentro de las indicaciones para la elaboración de la ficha, se les dio una estructura que podía dar cuenta de las generalidades biológicas de la planta elegida, los cuales fueron: *nombre de la planta, nombre científico de la planta, dibujo o imagen de la planta, características de este organismo, para que se utiliza, y como se conoce tradicionalmente sea su nombre o los usos principales dentro del hogar.* De esta manera se consolida la investigación que elaboran para la realización de la ficha, incorporando el reconocimiento de la especie en términos biológicos y la relación con el uso de este organismo desde el aspecto medicinal. Se obtuvo un total de 33 fichas elaboradas para la clase de ciencias naturales (Fig. 1.), las cuales fueron analizadas durante una sesión de retroalimentación, permitiendo que toda la clase conociera las plantas que sus compañeros presentaron, junto con las narrativas familiares asociadas a estos organismos.

Fig. 1. Ficha de la especie Mandragora officinarum presentada con los componentes de la biología de la planta: nombre común, nombre científico, características de la planta, y propiedades medicinales.

A partir de la lectura de las diferentes fichas elaboradas por los estudiantes se pudo obtener unas generalidades alrededor de las especies de plantas más comunes elegidas por las familias, (Tabla 1), algunas de estas se podían apreciar como registros individuales, es decir solo en un estudiante (ej: Cincho de plátano), mientras que otras plantas estaban presentes en más relatos familiares y fichas de la especie elaboradas (ej.: Sábila, Manzanilla, Caléndula, etc.). Esto en términos de la clase, de los conocimientos alrededor de las plantas, permitió mostrar a los estudiantes diferencias

entre las especies, estructuras biológicas, las formas y las características de estos organismos.

Tabla 1. Plantas elegidas por las familias de los estudiantes del curso.

Planta (Nombre común)	Nombre Científico	Frecuencia en relatos
Mandrágora	*Mandragora officinarum*	1
Manzanilla	*Matricaria chamomilla*	3
Apio	*Apium graveolens*	1
Paico	*Dysphania ambrosioides*	1
Lavanda	*Lavandula angustifolia*	1
Hierbabuena	*Mentha spicata*	4
Eucalipto	*Eucalyptus camaldulensis*	1
Romero	*Rosmarinus officinalis*	1
Caléndula	*Calendula officinalis*	9
Verbena	*Verbena officinalis*	1
Orégano	*Origanum vulgare*	1
Mala madre	*Euphorbia tirucalli*	1
Níspero	*Eriobotrya japonica*	1
Sábila	*Aloe vera*	2
Menta	*Mentha piperita*	1
Cincho de platano	*Musa*	1
Hinojo	*Foeniculum vulgare*	1
Diosme	*Coleonema album*	1
Marihuana	*Cannabis sativa*	1

Por otra parte en términos de los relatos obtenidos de los familiares (quienes serán representados con letras para proteger su identidad), se observa de manera amplia que los estudiantes eligieron familiares que podían ser abuelos, tias, madres y padres, mostrando la diversidad de integrantes de estas familias. Con respecto a los estudiantes que no sentían confianza o interés para realizar la actividad, se realizó llamado a los padres para motivarlos para que contaran su historia a los hijos, ampliando el compromiso por parte de las familias en los aprendizajes en el contexto de la clase de ciencias.

Se aprecian una confluencia de visiones de las plantas medicinales en los relatos por parte de los familiares de los estudiantes:

1. en términos de **propiedades medicinales** de estas, ej.: para el dolor, inflamación, para el crecimiento, y cuidado. Es el caso de la relevancia de la Aloe vera, mencionan: *"Yo la he usado para cicatrizar o aliviar heridas, también la utilizo para hacer un ponche para la tos"*. A

2. Se observan en los relatos de los familiares usos de las plantas en términos de **protección espiritual** (Mandragora officinarum), o **asociación a la buena suerte** (Coleonema álbum, Aloe vera)

*"Su presencia en la casa es un cuidado y protección. No es solo una planta, nos ha sanado por generaciones por eso la consideramos parte de nuestra familia".*B

3. Algunos las presentan como sus **plantas favoritas**, para momentos importantes de la vida como el parto para la cicatrización (Calendula officinalis) o la generación de

leche (Foeniculum vulgare), en los relatos de madres que tuvieron cesáreas o que se les dificultaba la producción de leche para los bebes.

"me hacía lavaduras con esta agua y adicional a eso tomaba esta agua para cicatrizar por dentro y por fuera del cuerpo". C

4. Finalmente a partir de **episodios familiares dolorosos** que propiciaron el uso de la planta, donde relatan el uso de Aloe vera para la quemadura de la piel, mencionando *"y desde ahí quedo en mi memoria el uso de esta planta".* D

A continuación se presenta como ejemplo una carta realizada por una madre de una estudiante del curso de ciencias naturales, quien emplea la planta Mandragora officinarum en su hogar, mostrando la particularidad del uso familiar (Fig. 2.).

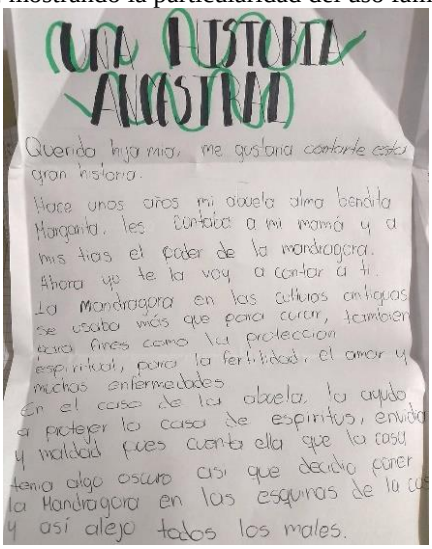


Fig. 2. Carta realizada por familiar alrededor de la especie Mandragora officinarum donde relata la importancia de esta planta para la familia del estudiante.

"En el caso de la abuela la ayudo a proteger la casa de espíritus, envidia y maldad pues cuenta ella que la casa tenía algo oscuro, así que decidió poner la mandrágora en las esquinas de la casa y así alejo todos los males." E

Los resultados obtenidos revelan una gran diversidad de visiones familiares sobre las plantas medicinales, trascendiendo su mero uso terapéutico. Se evidencia cómo estas especies se entrelazan con la vida cotidiana, adquiriendo significados que van desde la protección espiritual hasta la celebración de momentos vitales. Esta confluencia de visiones, donde lo científico y lo cultural se fusionan, demuestra el potencial de la etnobotánica familiar para fomentar una ciudadanía crítica [16]. Al reconocer la validez de estas narrativas, por parte de los estudiantes durante la clase se reconoce el conocimiento ancestral y se promueve un diálogo intercultural que enriquece la comprensión de las plantas y su relación con la salud humana, posicionando su relevancia y necesidad de visibilización [17].

La integración de estas experiencias familiares en el aula de ciencias naturales permitió que los estudiantes conocieran más a fondo a su familia, dándole voz a esta, según la visión de [18] se puede observar claramente que *"La educación científica no*

puede limitarse a la transmisión de conocimientos abstractos y descontextualizados. Debe ser un proceso que conecte a los estudiantes con su realidad social y cultural, permitiéndoles comprender cómo la ciencia se relaciona con sus vidas y con el mundo que los rodea.". Al analizar críticamente las narrativas familiares, los estudiantes aprenden a valorar la diversidad de conocimientos y a tomar decisiones informadas sobre temas relacionados con la salud y el medio ambiente, decidiendo emplear o no estas plantas para su vida. Este proceso de reflexión y análisis crítico es fundamental para la formación de ciudadanos responsables y comprometidos, capaces de participar activamente en la construcción de un futuro más sostenible y equitativo.

4. Conclusiones

Este proyecto demostró que el conocimiento tradicional de plantas medicinales, transmitido en la familia, constituye un valioso recurso para los estudiantes en la clase de ciencias en torno a las plantas medicinales. Al integrar las narrativas familiares en el aula de ciencias naturales, se creó un espacio de diálogo intercultural donde los estudiantes pudieron analizar críticamente tanto el conocimiento científico proveniente de las fichas investigadas como el tradicional proveniente de las historias familiares, valorando la diversidad de perspectivas, reconociendo a sus familiares, lo cual les permitirá tomar en otros momentos de su vida decisiones informadas sobre temas relacionados con la salud y el medio ambiente.

5. Referencias

[1] Klefstad, J. M. (2015). Focus on Family: Environments That Foster Inquiry and Critical Thinking in Young Children: Supporting Children's Natural Curiosity: Susan Catapano, Editor. Childhood Education, 91(2), 147–149. https://doi.org/10.1080/00094056.2015.1018795

[2] Setioko, W., & Ding, L. (2022). Influence of parents' views about science on parent–child science talk at home. International Journal of Science Education, Part B, 13(3), 195–215. https://doi.org/10.1080/21548455.2022.2153094

[3] Elsayed, W. (2024). Building a better society: The Vital role of Family's social values in creating a culture of giving in young Children's minds. Heliyon, 10, e29208. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29208

[4] Moreira de Lima, A. L. (2020). A importância da participação da família no processo de ensino-aprendizagem. Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad, 6(1), 55-66. https://doi.org/10.17561/riai.v6.n1.05

[5] Firman, J. A., Santana, S. S., & Ramos, M. L. (2016). A importância da família junto à escola no aprendizado formal das crianças. Colloquium Humanarum, 12, 123-133.

[6] Rodrigues, M. S. P., Guedes Sobrinho, E. H., & da Silva, R. M. (2000). A FAMÍLIA E SUA IMPORTÂNCIA NA FORMAÇÃO DO CIDADÃO. Família, Saúde E Desenvolvimento, 2(2). https://doi.org/10.5380/fsd.v2i2.4934

[7] Semilarski, H., & Laius, A. (2021). Exploring biological literacy: A systematic literature review of biological literacy. European Journal of Educational Research, 10(3), 1181-1197.

[8] Kostøl, K. B., Bøe, M. V., & Skår, A. R. (2023). Nature of Science in Norway's Recent Curricula Reform. Science & Education, 32, 1561–1581. https://doi.org/10.1007/s11191-022-00399-z

[9] Ayala-Villamil, L. A. (2020). Conceptualización de naturaleza de la ciencia: el desarrollo de dos enfoques. Noria Investigación Educativa, 2(6), 105-128.

[10] Hasrul, H., & Irawan, B. (2023). Linking Citizenship to Education for Sustainability, a Theory of Change Conceptual Framework. In BIO Web of Conferences (Vol. 79, p. 02005). EDP Sciences.

[11] Jain, S. K. (1986). Ethnobotany. Interdisciplinary Science Reviews, 11(3), 285–292. https://doi.org/10.1179/isr.1986.11.3.285

[12] Rosero-Toro, J. H., Dueñas Gómez, H. D. C., Cerón Patio, Á. M., & Santos-Fita, D. (2024). [Plantas medicinales y su importancia para la conservación del conocimiento biocultural en estudiantes de primaria de la Comunidad Indígena Paniquita (Rivera, Huila, Colombia)]. Boletín Latinoamericano Y Del Caribe De Plantas Medicinales Y Aromáticas, 23(4), 552-567. https://doi.org/10.37360/blacpma.24.23.4.37

[13] Neto, G. M., Ramos, A. B., & Júnior, G. G. (2019). etnobotânica: o estudo das plantas medicinais da caatinga no ensino médio. democratização do conhecimento e valorização profissional: caminhos para o desenvolvimento tecnológico e social. https://doi.org/10.31692/2358-9728.vicointerpdvl.2019.0131

[14] Silva, P., Barros, Y. R. O., & Abreu, M. C. (2015). A etnobotânica e as plantas medicinais sob a perspectiva da valorização do conhecimento tradicional e da conservação ambiental. Revista de Ciências Ambientais, 9(2).

[15] Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2018). The SAGE handbook of qualitative research. Sage publications.

[16] Pretty, J., Adams, B., Berkes, F., Ferreira de Athayde, S., Dudley, N., Hunn, E., ... & Wear, D. (2009). The intersections of biological diversity and cultural diversity: towards integration. Conservation and Society, 7(2), 100-112.

[17] Sanders, D. L. (2019). Standing in the shadows of plants. Plants, People, Planet, 1(3), 130-138. https://doi.org/10.1002/ppp3.10059

[18] Freire, P. (1970). Pedagogía del oprimido. Siglo XXI Editores

Recreando las Matemáticas a través de teatro

Catalina Cvitanic[1], Margarita García[2]

[1] Universidad de La Serena (Chile)
catalinacvitanic@gmail.com

[2] Cátedra UNESCO EDUCALYC (Chile)
mgastete@gmail.com

Resumen. Se presenta una experiencia de alfabetización científica en un ámbito escolar y ciudadano respecto a la divulgación de la matemática y su acercamiento a los estudiantes, a través de diferentes proyectos que han contemplado el potencial que posee el teatro como un eficiente recurso didáctico para la enseñanza. Los resultados obtenidos con la creación y puesta en escena de varias obras teatro nos han permitido visualizar las enormes posibilidades y recursos que ofrece la dramaturgia para el logro de aprendizajes significativos en matemática, así como también mejoras en la disposición del estudiante hacia la disciplina, aportes en la generación de cambios de conducta tendientes a favorecer las relaciones interpersonales entre estudiantes, profesores y colegas de distintas asignaturas. Como una forma de difusión y permanencia en el tiempo de estas creaciones teatrales se complementó el proyecto de teatro con el uso de multimedia generando Video Cápsulas Educativas (VCE). Por otra parte, se elaboró un set metodológico complementario a las VCE considerando la aplicación de un recurso didáctico según Estilos de Aprendizaje.

Palabras clave: Alfabetización científica. Ámbito escolar y ciudadano. Teatro matemático.

1. Introducción

En los programas de Matemática planteados por el Ministerio de Educación en Chile [1] se considera fundamental el nexo que tiene la Matemática con la realidad, como también su relación con diversos contextos.

Dentro de las orientaciones didácticas se plantea la contextualización, por ejemplo, en un trabajo colaborativo dando sentido y significado a los objetos matemáticos para los educandos, de tal forma que los procedimientos matemáticos adquieran significancia para ellos. Para favorecer el desarrollo de habilidades y aprendizajes profundos en las y los estudiantes, una propuesta es que los educandos construyan el conocimiento matemático, explorando y trabajando bajo situaciones contextualizadas similares a las que dieron origen al concepto en estudio, bajo un enfoque de resolución de problemas. Para ello se hace necesario identificar ciertos elementos históricos y/o epistemológicos que favorecieron, en su momento, la construcción de significados compartidos en una determinada sociedad y, desde ahí, adaptar dichos elementos a su contexto de aula, con sus singularidades e intereses particulares.

Por otra parte, las competencias relacionadas con leer, escribir y comunicar de forma efectiva son esenciales en el mundo moderno. En matemática estas competencias se materializan en tanto favorecen la comprensión de la realidad, facilitan la selección de estrategias para la resolución de problemas y contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico y autónomo. Éstas se traducen en herramientas para analizar información que se presenta en diversos medios, de forma cuantitativa y cualitativa, de tal forma que favorece el desarrollo del pensamiento analítico y la reflexión sistemática para la toma de decisiones con base en datos empíricos, integrando el conocimiento matemático con otro tipo de conocimientos.

Estos aspectos curriculares sugeridos por el Ministerio de Educación están en total sincronía con nuestra propuesta de considerar el teatro como una excelente herramienta pedagógica para la enseñanza de la matemática, debido a que la dramatización está plenamente ligada a esos lineamientos.

En base a la experiencia docente en la Formación Inicial de Profesores, y en las investigaciones realizadas respecto de aplicaciones educativas con TIC, teatro y accesibilidad de contenidos didácticos multimedia, es que se ha realizado la creación y presentación de obras de teatro recreando algunos conceptos matemáticos básicos. Dichas obras han sido complementadas con material didáctico para uso de los profesores en el aula. A continuación, se describen los estudios e investigaciones realizadas, respecto de actividades de enseñanza y aprendizaje desarrollados en un ambiente escolar de educación científica:

- Creación, puesta en escena y presentación de obras de teatro [2], las que posteriormente han sido complementadas con material didáctico para uso de los profesores.
- Estudio acerca de un recurso audiovisual que exhibe el montaje y puesta en escena de un guión teatral de corta duración orientado a la enseñanza de contenidos matemáticos, el cual es llamado Video Cápsula Educativa (VCE) [3]
- Investigación basada en el Modelo TPACK [4], a través de la creación, exhibición y discusión de una Video Cápsula Educativa con actividades basadas en los Estilos de Aprendizaje [5].

El objetivo general de cada uno de estos trabajos ha sido poner a disposición de los docentes y estudiantes, metodologías pedagógicas innovadoras para la enseñanza de la matemática a través de la teatralización.

2. Creación y montaje teatral

La experiencia y opinión de expertos [6], [7], [8] indican que el teatro es un poderoso recurso persuasivo para la didáctica y la difusión de la matemática, especialmente por la capacidad de asombrar, al poner en escena conceptos que se consideran abstractos, de atraer la atención y de motivar el interés del espectador. La relación entre teatralización y enseñanza nos indica que el hecho que la praxis del teatro sea diversa y que como puede abarcar a todas las temáticas, lo hace muy atractivo en el mundo escolar, ya que el método del mismo refunde una universalidad que se construye desde el planteamiento personal y el accionar colectivo, que va en búsqueda de una misma

meta, objetos teatrales y contenidos educativos. Muñoz y Roldán dicen “El teatro es un poderoso recurso persuasivo para la didáctica y la divulgación de la Matemática, especialmente por la capacidad de asombrar, al poner en escena conceptos que se consideran abstractos, de atraer la atención y de motivar el interés del espectador se convierte en una herramienta muy valiosa e inmejorable vehículo para la divulgación científica de nuestra materia a cualquier tipo de público”.

El trabajo de creación y puesta en escena de obras de teatro que recrean la matemática logra el objetivo de encantar al estudiante y al mismo tiempo poner a disposición del docente una herramienta pedagógica innovadora, mostrando que el teatro puede convertirse en un nexo concreto entre el arte y otras disciplinas y que utilizado como herramienta pedagógica permite influir positivamente en la formación integral de los estudiantes trasmitiendo a la par conocimientos y valores. En la fig. 1 se presenta la obra “El Universo Matemágico” que recrea conceptos matemáticos como el infinito, progresiones geométricas, números primos y propiedades de la tabla del 9.

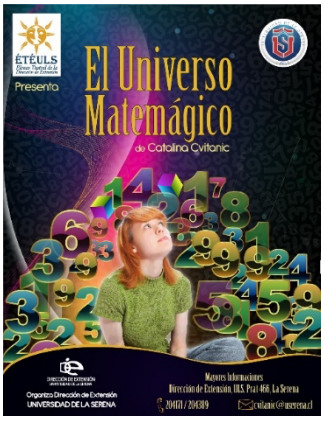


Fig. 1. Obra de teatro “El Universo Matemágico”

Para dar vida a la puesta de escena de estas obras se trabajó con un elenco dependiente de la Dirección de Extensión de la Universidad de La Serena realizando presentaciones mensuales llegando a un público de aproximadamente de 4.500 espectadores, principalmente escolares, docentes y apoderados. Se presentaron cuatro obras de teatro entre los años 2013 a 2019 en teatros de la Universidad de La Serena (fig. 2), Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica.

Fig. 2. Presentación de obra de teatro en teatro de U. de La Serena

2.1 Video Cápsula Educativa

Si bien es cierto se cumplió el objetivo inicial de la recreación de la matemática con el teatro, se estimó que era necesario tener una mayor cobertura, para lo cual se desarrolló el dispositivo didáctico de la VCE, que se define como un pequeño formato dramático de corta duración que establece aprendizajes matemáticos, mediante la representación de conceptos a través de la escenificación teatral y su respectiva puesta en escena, las cuales se complementaron con un set metodológico para uso del profesor. Otro aspecto muy interesante, es la posibilidad de poder llegar a una mayor cantidad de personas del ámbito educativo y permitir que se puedan focalizar en un tema específico de la Matemática con sus respectivos aprendizajes. Se crearon seis VCE basadas en temáticas de los programas oficiales de la enseñanza de la matemática en Chile, de las cuales se detallan tres (fig. 3, fig.4, fig. 5) con un breve resumen.

- **VCE N°1: "¿Por qué una mesa de tres patas no cojea?"**

  Tema : Geometría Euclidiana
  Sub- Tema : Geometría del Espacio
  Contenido : Determinación de un Plano

  Aprendizaje Esperado : Los estudiantes conocen y valoran la importancia del axioma que estipula que tres puntos no colineales determinan un único plano. Comprenden su aplicación en la vida diaria.

Fig. 3. VCE: ¿Por qué una mesa de tres patas no cojea?

- **VCE N°2: "Recompensas y Progresiones Geométricas, una mezcla peligrosa"**

Fig. 4. Recompensas y Progresiones Geométricas, una mezcla peligrosa

Tema : Álgebra
Sub- Tema : Sucesiones
Contenido: : Progresión Geométrica

Aprendizaje Esperado : Los estudiantes deducen el término general de una sucesión y calculan algunos de sus términos. Reconocen una progresión geométrica y calculan la suma de sus primeros n términos. Valoran la utilidad de la fórmula de la suma de los primeros n términos de una progresión geométrica para resolver problemas de la vida diaria.

- **VCE N° 3: “Adivinando la edad con la tabla del 9”**

Fig. 5. Adivinando la edad con la tabla del 9

Tema : Álgebra
Sub- Tema : Divisibilidad
Contenido : Congruencias

Aprendizaje Esperado : Los estudiantes reconocen regularidades y patrones en secuencias numéricas, descubren propiedades especiales en la tabla del 9. Valoran la utilidad de las reglas de divisibilidad.

3. Set metodológico de apoyo

Frente a la dificultad en el aprendizaje matemático de muchos estudiantes, analizamos la posibilidad de mejorar la comprensión y aprendizaje de algunos conceptos matemáticos, mediante la aplicación de un set metodológico que considera los estilos de aprendizaje.

Se investigó en el aula la forma de implementar una metodología de trabajo con uso de Recursos Educativos Digitales, y que en nuestro caso correspondía a las VCE en el sector de Matemática, material para el docente y encuestas sobre estilos de aprendizaje.

Con el objetivo de ser más preciso, en relación a Estilos de Aprendizaje, consideramos de forma muy sencilla lo que significa “aprender a aprender” dado que el conocimiento y destreza necesarios para aprender con efectividad en cualquier situación en que uno se encuentre. Por otra parte, a través de la Encuesta CHAEA [9] se puede conocer el estilo preferente de enseñanza del docente y el de aprendizaje de los estudiantes, como también el poder trabajar en dos vías complementarias: reforzar el estilo predominante y por otro mejorar los estilos en los que encontramos menos puntuación, es decir reconocer las fortalezas y debilidades del grupo curso para de esa forma tomar acciones pertinentes para el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje.

Descubrir, entonces, que el Estilo de Aprendizaje puede ayudar al joven escolar a mejorar su rendimiento académico, adaptando su forma de aprender a su estilo o estilos

preferentes de aprender, o bien, favorecer y desarrollar aquellos estilos en los que muestre un déficit importante, para de esta forma, se pueda potenciar al máximo su talento. Asimismo, para el docente, puede resultar enormemente útil descubrir, qué aspectos de su planificación de clases debe modificar, de acuerdo a los resultados obtenidos de los Estilos de Aprendizaje.

4. Conclusiones

La ejecución de la propuesta teatral ha posibilitado al estudiante la observación de situaciones que en el aula sería muy difícil o imposible de recrear, así mismo le ha ofrecido una explicación contextualizada de conceptos abstractos. Por otra parte, las VCE ofrecen la posibilidad de trabajar con elementos audiovisuales, usando las tecnologías disponibles y masivas. Así, el estudiante puede revisarlas las veces que lo requiera y el docente puede complementar sus clases.

Al proporcionar al docente el set metodológico que considera los estilos de aprendizaje se facilitó la atención constante a las diferencias individuales de sus estudiantes, quedando a su disposición guiones teatrales sobre conceptos matemáticos para trabajar con sus estudiantes una puesta en escena o una mesa de diálogo.

Desde una mirada práctica, en el sentido de acercar y divulgar la Matemática, no hay duda que el teatro provoca un gran impacto en los destinatarios: alumnos, profesores y público en general. La experiencia de miles de estudiantes espectadores de nuestras obras, tanto en el teatro como en las redes sociales nos indica que esta forma de enseñar la matemática es acertada, ya que al tratar de forma amigable los conceptos matemáticos, se consigue generar en los estudiantes simpatía e interés por la disciplina y al mismo tiempo su conocimiento y comprensión les ayuda a entender y resolver los problemas de la cotidianidad en forma más sencilla de lo que pudiésemos pensar.

No es fácil evaluar nuestro trabajo acerca de la creación de obras de teatro con contenidos matemáticos, sin embargo, los comentarios que se generan al respecto, y principalmente cuando están fuera de nuestro ámbito de trabajo, son altamente enriquecedores. Las impresiones de los espectadores: profesores y alumnos, sobre las obras nos indican el impacto que ha causado ver la Matemática de un modo no convencional. Actualmente se está presentando la obra “Empezar de Cero” (2018) y se continúa trabajando en la generación de nuevas obras de teatro con la intención de presentarlas al público escolar [10].

5. Referencias

[1] Ministerio de Educación Chile. [En línea]. https://www.curriculumnacional.cl/portal/Educacion-General/Matematica/ [Últimos acceso 12 03 2025].

[2] C. Cvitanic, "Obras de Teatro Educativo: El Universo Matemágico, Historias matemágicas al cubo, y Empezar de Cero". Dirección de Vinculación con el Medio y Extensión, Universidad de La Serena, 2016.

[3] M. García y C. Cvitanic "Video Cápsulas Educativas y Estilos de Aprendizaje: Innovación en el aula a través de un set metodológico audiovisual para la enseñanza de la matemática considerando los Estilos de Aprendizaje". Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de La Serena, 2015.

[4] C. Cvitanic, M. García, y L. Bengochea, "Reflexión acerca de la Planificación de la Clase, a través del Modelo TPACK y Video Cápsulas Educativas". Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en debate. Libro de Actas CIEDUC 2019 Vol 3, pag 121.

[5] D. Gallego, C. Alonso & D. Vieira, D. Estilos de aprendizaje. Propuestas pedagógicas para la transformación de la educación. Revista Estilos de Aprendizaje (Vol 15. Número Especial), 2022.

[6] C. Quinteiro, M. Mirán, F. García, M- Besada (2007). Una experiencia innovadora para enseñar y popularizar las Matemáticas. [En línea]. https://tv.vigo.es/uploads/material/Video/xor_02_Matematicas_teatro.pdf. [Último acceso: 13 03 2025].

[7] I. Roldán, & J. Muñoz, J. (2003), ¡Más teatro y menos matemáticas!. Revista Suma, 2003. [En línea] https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/43/095-101.pdf. [Último acceso: 12 03 2025].

[8] J. Harris, J, & M. Hofer, Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development. In C. D. Maddux, (Ed.). Research highlights in technology and teacher education Chesapeake, VA: Society for Information Technology in Teacher Education (SITE). pp. 99-108, 2009. [En línea] https://scholarworks.wm.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1005&context=bookchapters. [Último acceso: 20 12 2024].

[9] J. Sotillo, El cuestionario CHAEA Junior o cómo diagnosticar el estilo de aprendizaje en primaria y secundaria. Revista de Estilos de Aprendizaje Vol. 7 No. 13, 2014.

[10] Elenco ÉTÉULS: Teatro pedagógico como herramienta para el aprendizaje entretenido. Reportaje Teatro Matemágico de Universidad de La Serena, Chile. [En línea] https://youtube.com/watch?v=dW7FF3SCk2s&t=43. [Último acceso: 10 03 2025].

Fragmentación en la inclusión de la dimensión ambiental en la educación formal: retos y perspectivas

Luis Fernando Sua Romero[1]

[1] Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

lfsuar@udistrital.edu.co

Resumen La fragmentación del conocimiento en el sistema educativo formal representa un desafío significativo para una educación ambiental efectiva. Mediante un análisis comparativo en distintos contextos educativos, esta ponencia examina cómo la dimensión ambiental ha sido incorporada en los currículos escolares, identificando enfoques disciplinares, transversales y mixtos, así como las barreras que dificultan su integración holística. Se evidencian la falta de criterios unificados y sus repercusiones en la formación de ciudadanos con conciencia ambiental. Finalmente, se proponen estrategias para superar esta fragmentación y fortalecer la educación ambiental a nivel global, destacando la necesidad de formación docente, establecer criterios de educación asociados a la EA, metodologías activas e integración curricular coherente.

Palabras clave: Educación ambiental, fragmentación curricular, políticas educativas, inclusión, currículo escolar.

1. Introducción

"La supremacía de un conocimiento fragmentado según las disciplinas impide a menudo operar el vínculo entre las partes y las totalidades y debe dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades, sus conjuntos" [1]. Esta afirmación, contenida en el libro *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*, advierte sobre los problemas derivados de la fragmentación del conocimiento en un campo determinado. Es comparable a un rompecabezas en el que cada pieza representa una materia o tema; si estas piezas están dispersas y carecen de un diseño claro, resulta difícil obtener una visión completa, lo que dificulta la comprensión global del conocimiento.

En el contexto actual de crisis ambiental [2] se manifiesta una afectación diferente de los países ante problemáticas, como el cambio climático, donde múltiples enfoques y motivaciones generan perspectivas, proyecciones y consecuencias diversas sobre el futuro. En este sentido, la fragmentación curricular puede entenderse como la diversidad de posturas, metodologías e

intenciones en torno a un mismo tema, en este caso, la educación ambiental, la cual puede abordarse de manera transversal a todas las áreas o disciplinar.

Encontrar elementos comunes entre las distintas posturas educativas no es tarea sencilla. Sin embargo, la educación en sí misma puede ser un punto de consenso, dado que es un factor determinante en la formación de las nuevas generaciones. No obstante, el hecho de que exista consenso sobre su relevancia no implica que haya criterios unificados respecto a sus objetivos y enfoques. En este sentido, la educación puede considerarse el medio que articula una visión de futuro con su implementación, aunque sin una orientación única.

Las crecientes problemáticas ambientales, como el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad, el deterioro de los suelos y las dificultades relacionadas con el acceso al agua potable, han impulsado a los gobiernos a incorporar la dimensión ambiental en los sistemas educativos formales.

Ahora bien, ¿qué significa actuar en el sistema educativo formal? En este artículo, la educación formal se entiende como aquella impartida por instituciones reconocidas, intencionada y planificada por organismos públicos y/o privados acreditados. Esta educación suele estar estructurada en niveles y otorga certificaciones oficiales al finalizar cada uno de ellos, conformando así el sistema educativo formal de un país [3]. Actuar en este ámbito implica la implementación de disposiciones legales para incluir la educación ambiental en los currículos escolares, ya sea como una asignatura obligatoria, como un eje transversal en todas las materias o como un complemento a lo ya establecido. En todos los casos, se busca orientar la formación hacia una ciudadanía ambientalmente responsable.

Adicionalmente, la inclusión de la dimensión ambiental en la educación formal enfrenta un desafío: si es transversal la falta de criterios unificados puede dar lugar a una implementación fragmentada si no se tiene ejes articuladores entre las diferentes asignaturas o si es disciplinar puede sesgarse a una visión única, lo que impide comprender la complejidad del problema en su totalidad [1][4]. Así surgen preguntas clave: ¿es posible hablar de fragmentación en la inclusión de la educación ambiental en el sistema educativo formal? ¿Cómo impacta esta inclusión en la formación del ciudadano del futuro?

En este artículo, y como parte de los objetivos específicos de la tesis doctoral realizada en el Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Distrital (DIE-UD), se busca explorar cómo se integra la educación ambiental en los sistemas educativos formales de distintos países, analizando la escala en la que se presenta y explorar sus posibles implicaciones.

2. ¿Cómo se llevó a cabo la búsqueda de información para la investigación?

El diseño metodológico de la investigación se enmarca en un paradigma cualitativo, con un enfoque de revisión bibliográfica. Se emplea el método hermenéutico para interpretar los textos seleccionados, utilizando un muestreo intencional y estratificado [5]. Como instrumentos y técnicas de análisis, se aplican una matriz de selección de documentos, una lista de verificación

de categorías y un análisis de contenido estratificado, lo que permite estructurar la información de manera rigurosa y comparativa.

Dado que el objetivo general de la investigación es identificar cómo se incluye la dimensión ambiental en el currículo y las políticas educativas de distintos países, la revisión bibliográfica se centra en normativas, planes de estudio y marcos regulatorios internacionales y artículos académicos que aborden la cuestión de la implementación de la educación ambiental en el currículo oficial.

Para establecer qué países analizar respecto a cómo está incorporada la educación ambiental en el currículo escolar se toma una selección de países de Europa y América, por su representatividad política o económica en sus regiones y sus políticas ambientales, entre otras. No se incluye países de Asia, África y Oceanía por dificultades al acceso a información precisa sobre sus sistemas educativos, las diferencias en sus relaciones culturales, la comparación debido a diferencias estructurales significativas en los sistemas educativos y ambientales, lo que afectaría la coherencia del estudio. La selección permite profundizar en la relación entre educación y dimensión ambiental sin diluir el análisis en contextos demasiado dispares.

De Europa los países seleccionados están distribuidos fueron Finlandia por su representatividad en la educación mundial y por ser pionero en la sostenibilidad ambiental [6][7], Alemania por su importancia política y económica en la Unión Europea, así como modelo descentralizado y fuerte vocación ambiental [8][9], a España por su enfoque por comunidades y cercanía cultural con América y Francia por su currículo estructurado con políticas de inclusión [10][11].

De América, la elección de los países México, Brasil, Chile, Argentina, Colombia y Ecuador para abordar el análisis de cómo se implementa y desarrolla la educación ambiental se realizó basado en los informes de la UNESCO [12] y de la CEPAL [13], estos países han sido líderes regionales en integrar la educación ambiental en sus marcos legislativos y curriculares, además se justifica por su diversidad geográfica, ecológica, cultural y educativa dentro de América Latina. Estos países han mostrado avances significativos en la formulación de políticas públicas específicas en materia de educación ambiental [12][13], pertenecen a la OCDE (exceptuando a Ecuador) adoptando enfoques diversos que permiten observar la transversalidad, la especialización en áreas concretas o modelos mixtos de implementación. Además, representan distintas realidades socioambientales que enriquecen el estudio comparativo: desde la vasta Amazonía brasileña y colombiana hasta los ecosistemas andinos y costeros de Chile y Ecuador.

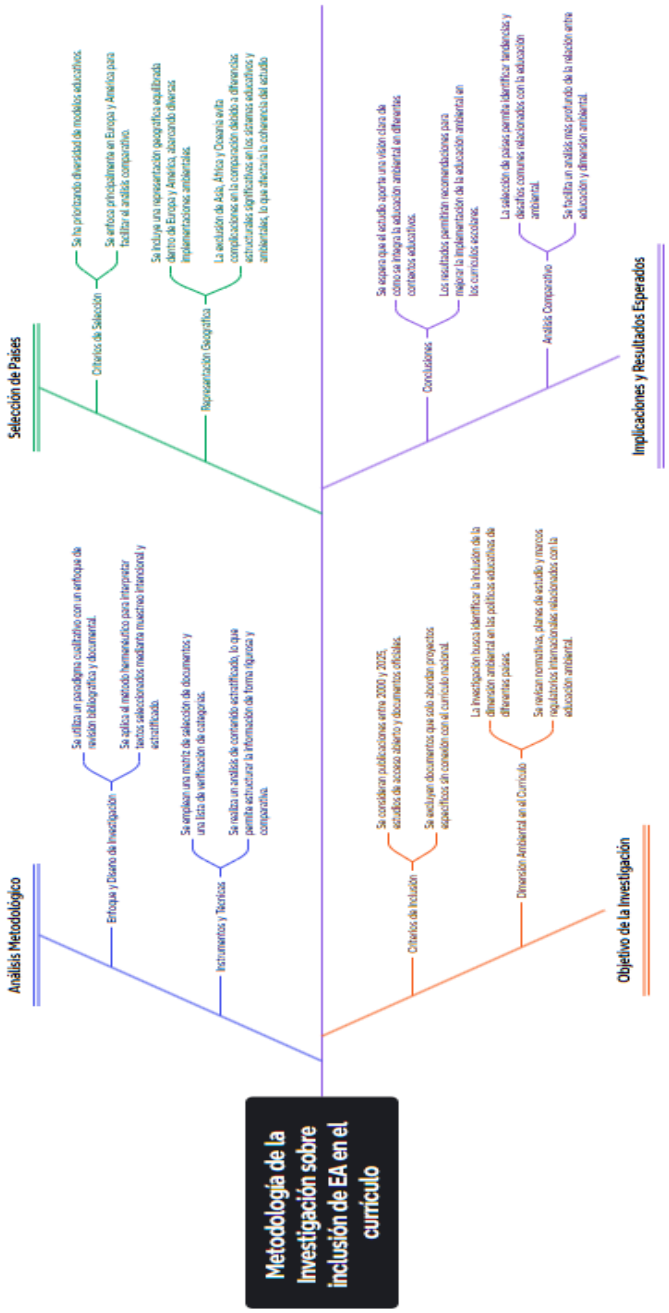


Fig. 1. Mapa conceptual de cómo fue desarrollada la investigación. Metodología de la investigación. Elaboración propia.

3. Aspectos encontrados en la búsqueda de información sobre la inclusión de la dimensión ambiental en el currículo.

La educación ambiental ha evolucionado significativamente a lo largo de las décadas, enfrentando desafíos y oportunidades en su implementación, sin embargo, aún no es un campo disciplinar, como lo puede ser la educación en ciencias naturales que tiene currículos definidos, unos modelos educativos diversos pero consolidados, y metodologías asociadas, lo que no sucede con la dimensión ambiental cuyas metodologías, didácticas y propósitos propia asociados no está consolidada. A continuación, se presentan los aspectos clave relacionados con su desarrollo y las formas como puede verse fragmentado.

3.1. Fragmentación en la Educación Ambiental

La educación ambiental se ha implementado en los currículos de diversas maneras [7][12][13], a continuación, se muestran dos tablas. En la primera tabla la selección de países se ubica la forma como se implementa su modelo de EA si es con enfoque transversal, mixto o disciplinar y un breve comentario que complementa o contextualiza la información.

En la segunda tabla se presenta una organización propia de las formas en que se implementan los currículos en los países de referencia y se presenta también unos supuestos de las ventajas y desafíos en estos tipos de implementación.

Tabla 2. Análisis de la Educación Ambiental por enfoques en Distintos Países. Elaboración propia a partir de referentes.

País	Enfoque	Comentarios y observaciones
Finlandia	Modelo transversal con alta integración en ciencias naturales y estudios sociales.	Desde 1994-1995, Finlandia incorporó la educación ambiental en los programas comunes de educación general y formación profesional. Inicialmente, la formación profesional tuvo un papel secundario, pero el Ministerio de Educación ha impulsado iniciativas para incluir cualificaciones ambientales en la educación secundaria [6]. Finlandia muestra altos niveles de concienciación ambiental según pruebas PISA [6]. Además, junto con Irlanda, adopta un enfoque integral hacia la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) [7]. Las directivas europeas influyen significativamente en la formulación de políticas nacionales y regionales de educación ambiental [9].
Alemania	Educación ambiental transversal integrada en diversas asignaturas y actividades escolares.	Alemania aplica políticas ambientales integradas, caracterizadas por estrategias a largo plazo, como el "Plan de Protección del Clima 2050", con metas de reducción de emisiones para 2030 y 2040 [9]. Se han realizado ajustes normativos, adelantando la meta de neutralidad climática a 2045 [10]. La participación multisectorial involucra sectores como energía, transporte e industria. Además, la "pedagogía forestal" (Waldpädagogik) fomenta el aprendizaje en contacto directo con la naturaleza. Desde 1980, se ha promovido la educación ecológica, incluyendo las "Waldkindergarten", con más de 2,500 centros en la actualidad [10].

España	Plan de acción para una educación ambiental sostenible.	El Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad (PAEAS) 2020-2025 busca integrar la educación ambiental de manera transversal en todas las asignaturas, promoviendo el desarrollo sostenible y la conciencia ecológica [11]. Ha evolucionado desde la educación ambiental básica (2006) hacia la educación del paisaje (2013) y la inclusión de la EDS en competencias clave (2020) [12].
Francia	Educación ambiental como materia transversal en distintas disciplinas.	La educación ambiental se menciona en el artículo L312-19 del Código de la Educación, aplicándose desde la escuela materna hasta la secundaria. En niveles iniciales, se enseñan conceptos básicos, mientras que en secundaria se abordan temas sobre la crisis climática en Ciencias Naturales [13].
México	Modelo mixto con asignaturas específicas y enfoque transversal.	La educación ambiental enfrenta desafíos como su tratamiento aislado dentro del currículo escolar, lo que limita su impacto a largo plazo [14][15].
Brasil	Enfoque basado en proyectos y participación comunitaria.	A pesar de un marco normativo sólido, la implementación enfrenta dificultades debido a la fragmentación curricular y la falta de capacitación docente. Se recomienda fortalecer la formación profesional para mejorar la integración de la educación ambiental [14][16].
Chile	Política estructurada con implementación desigual.	La implementación varía según el contexto local y las políticas institucionales. La falta de recursos sigue siendo una barrera significativa. Parte de la financiación proviene de iniciativas privadas [17][15][18].
Argentina	Política educativa ambiental con desafíos en integración	La educación ambiental depende en gran medida de iniciativas individuales de docentes, sin una articulación clara con los objetivos educativos nacionales [17][16][18.
Colombia	Enfoque transversal mediante Proyectos Ambientales Escolares (PRAEs) y mixto en algunas instituciones	Aunque los PRAEs fomentan la educación ambiental, su vínculo con la gestión académica es débil. Se recomienda fortalecer su rol en la estructura educativa para asegurar su integración en los procesos de enseñanza-aprendizaje [17][18][19] [20].
Ecuador	Integración de la educación ambiental en el currículo de ciencias naturales.	Los docentes muestran buen dominio del contenido ambiental, pero carecen de estrategias efectivas para su enseñanza. Se sugiere incluir enfoques innovadores como el aprendizaje basado en problemas para una educación ambiental más participativa [21].

Tabla 1. Modelos de inclusión de la educación ambiental en el currículo. Elaboración propia.

Modelo	Descripción	Ventajas y Desafíos
Disciplinar	Se enseña como una materia independiente.	Ventaja: Enfoque específico. Desafío: Puede ser limitado.
Transversal	Se integra en distintas asignaturas sin estructura definida.	Ventaja: Aborda temas de manera integral. Desafío: Dificultad en la implementación consistente por todos los involucrados.
Mixto	Combina elementos de los modelos anteriores.	Ventaja: Flexibilidad. Desafío: Requiere coordinación efectiva y c.

A partir de la tabla 1, la implementación curricular de la EA que parte de unos principios, contextos y una intencionalidad particular de los Estados, puede verse comprometida al configurarse una diversidad de posturas, metodologías e intenciones en torno a un mismo tema, surgidas a partir al implementarse la EA de manera transversal a todas las áreas, disciplinar o en un esquema mixto, lo que resulta en inconsistencias en la formación de los estudiantes. A esta situación se le denomina Fragmentación en la implementación curricular de la EA.

3.3. Limitaciones y posibilidades en la Implementación de la EA

La implementación de la Educación Ambiental (EA) enfrenta diversas barreras que dificultan su consolidación en los sistemas educativos. Entre ellas, se destaca la falta de formación docente, ya que muchos educadores carecen de capacitación específica en temáticas ambientales, lo que limita su capacidad para abordar estos contenidos en el aula. Asimismo, la escasez de recursos, como materiales didácticos y metodologías adecuadas, representa un obstáculo significativo para la enseñanza efectiva de la EA. A esto se suma la existencia de políticas educativas inconsistentes, con regulaciones variables entre regiones y países, lo que genera desigualdades en la incorporación de la educación ambiental en los currículos escolares.

Por otra parte, se han identificado distintas estrategias de integración de la EA en los sistemas educativos. Lo que también sirve para evidenciar la fragmentación en la implementación de la EA en el currículo y puede llegar a significar una barrera en la integración holística es el hecho por ejemplo: la integración de la EA por asignaturas específicas, particularmente en la educación secundaria, donde se trabaja principalmente en materias como Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Geografía e Historia [22] (Pellín Carcelén et al., 2021). Además, en los últimos años ha cobrado relevancia un enfoque basado en competencias, que concibe la sostenibilidad como una competencia clave para el desarrollo educativo. Sin embargo, su implementación varía según los países y niveles educativos, lo que implica la necesidad de adaptar estrategias según los contextos específicos [23] (Marcén Albero & Benayas Del Álamo, 2023).

La implementación de la EA en el currículo también trae consigo efectos a largo plazo en la formación de los ciudadanos del futuro (Hadjichambis et al., 2020) ya que las generaciones venideras según su formación pueden o no identificar de manera holística, compleja o sesgada las situaciones ambientales que están por presentarse o ya están, por este motivo tener estrategias de integración de la EA como la propone Sua [20] puede ayudar en la formulación de criterios

para la implementación de una dimensión ambiental en la educación formal con mayor acierto y coherencia, de cara al futuro.

Tabla 3. Tendencias Comunes en la Integración Curricular observadas en Europa y América.

Tendencia	Europa	América	Común
Integración Curricular	Foco en colaboración con parques naturales.	Fragmentada, a menudo como tema separado.	Necesidad de integración transversal.[18]
Preparación del Profesorado	No se aborda específicamente.	Conocimiento insuficiente de problemas ambientales.	Importancia de la experiencia docente.
Estrategias de Implementación	Énfasis en colaboración entre parques y escuelas.	Varios enfoques (ecoescuelas, PRAE).	Necesidad de participación comunitaria.
Apoyo Institucional	No se aborda específicamente.	Falta de políticas claras.	Crítico para una integración exitosa.

4. Conclusiones de la revisión.

A partir de esta ponencia se evidencia que la inclusión de la dimensión ambiental en la educación formal se encuentra fragmentada en diversas formas y con diferentes motivos y que en parte se debe a la falta de madurez del campo y los diferentes enfoques y motivaciones.

El análisis realizado confirma que la fragmentación en la educación ambiental dentro del sistema educativo formal es una problemática global. La falta de criterios unificados y la variabilidad en su implementación afectan la formación de ciudadanos conscientes de su entorno. Para avanzar hacia una educación ambiental efectiva, es fundamental fortalecer la formación docente, generar estrategias didácticas innovadoras y promover la colaboración entre los distintos actores educativos.

El análisis de la fragmentación en la inclusión de la dimensión ambiental en la educación formal revela la existencia de desafíos significativos para su integración efectiva en los currículos escolares. La ausencia de criterios unificados y la diversidad de enfoques—disciplinar, transversal y mixto—han generado una implementación desigual, lo que limita el desarrollo de una conciencia ambiental integral en los estudiantes.

La revisión comparativa entre distintos países muestra que, aunque hay esfuerzos por fortalecer la educación ambiental, persisten barreras estructurales como la falta de formación docente específica, recursos didácticos insuficientes y políticas educativas inconsistentes. La fragmentación curricular dificulta la comprensión de la complejidad ambiental, impidiendo un enfoque holístico que prepare adecuadamente a los ciudadanos del futuro.

Para superar estos obstáculos, es crucial avanzar en estrategias que fomenten una educación ambiental más estructurada y coherente. Entre las acciones prioritarias se destacan la formación docente especializada, la adopción de metodologías activas que promuevan la participación estudiantil y la formulación de políticas educativas que consoliden la educación ambiental como un eje fundamental del aprendizaje.

Finalmente, y como comentario, la educación ambiental debe evolucionar hacia una integración sistémica y coordinada, teniendo en cuenta su complejidad con las múltiples variables que le atañen, donde se articule de manera efectiva en los planes de estudio y se refuerce su conexión con problemáticas reales. Solo así se podrá formar una ciudadanía crítica y con principios éticos, conciencia política y económica, comprometida más que con la sostenibilidad con la sustentabilidad.

5. Referencias

[1] E. Morin, *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*, UNESCO, 1999. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000117740.
[2] Mora, M. (2016). Problemas ambientales, ciencia posnormal y ética ambiental. En Rodríguez Diana(Ed.), Bioética ecología de saberes ¿La vida debe tener prioridad sobre los intereses de la ciencia? (pp. 147–162). Editorial: Universidad Libre. ISBN: 978-958-8981-07-9
[3] **UNESCO Institute for Statistics.** https://uis.unesco.org/en/glossary-term/formal-education
[4]UNESCO, *Educación para el desarrollo sostenible: Hacia un nuevo paradigma*, 2021. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377055.
[5] Tójar Hurtado, J. C. (2006). Investigación cualitativa: Comprender y actuar. Editorial La Muralla.
[6] OECD, "PISA 2022 Results (Volume I and II) - Country Notes," 2023.
[7] Guardeño Juan, M., & Monsalve Lorente, L. (2023). Desarrollo curricular de Educación para el Desarrollo Sostenible en España, Finlandia e Irlanda. *Revista Iberoamericana de Investigación en Educación, 7*. https://doi.org/10.58663/riied.vi7.131
[8] M. Cano, "Historia de las Waldkindergarten en Alemania," s.f. [En línea]. Disponible en: https://www.abc.es/familia/educacion/abci-escuelas-infantiles-alemanas-donde-ninos-pasan-dia-bosque-201904140132_noticia.html
[9] " IKI Alliance Mexico, "Plan de Protección del Clima 2050 de Alemania," [En línea]. Disponible en: https://iki-alliance.mx/plan-de-proteccion-del-clima-2050-de-alemania
[10] "European Centre for the Development of Vocational Training (Cedefop)," [En línea]. Disponible en: https://www.cedefop.europa.eu
[11] L. Zapatero Lourinho, "Impacto de las directivas europeas en la educación ambiental," 2005. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228762456_Impacto_de_las_directivas_europeas_en_la_educacion_ambiental
[12] UNESCO, Educación para el desarrollo sostenible: hoja de ruta. París: UNESCO, 2017. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444
[13] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), La educación ambiental en América Latina y el Caribe: avances y desafíos. Santiago de Chile: CEPAL, 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.cepal.org/es/publicaciones/45678-la-educacion-ambiental-america-latina-caribe-avances-desafios

[14] E. Terrón Amigón, "Esbozo de la educación ambiental en el currículum de educación básica en México. Una revisión retrospectiva de los planes y programas de estudio," , vol. XLIX, no. 1, pp. 315–346, 2019.
[15] Solís Tréllez, "Desafíos en la Educación Ambiental en México," 2006.
[16] E. J. González-Gaudiano y J. C. Puente-Quintanilla, "El perfil de la educación ambiental en América Latina y el Caribe: Un corte transversal en el marco del Decenio de la Educación para el Desarrollo Sustentable," Instituto de Investigaciones en Educación, Universidad Veracruzana, México, Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 2010.
[17] OCDE, *Políticas educativas y medio ambiente*, 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.oecd.org/education/environmental-education.pdf.
[18] CEUS Chile, *Revisión de la educación ambiental en el currículo escolar de Chile y otros referentes*, Fundación Friedrich Ebert en Chile, 2024. [En línea]. Disponible en: https://chile.fes.de.
[19] S. P. Valencia Pérez, "Factores pedagógicos, familiares y sociales influyentes en la conciencia ambiental en estudiantes de la institución educativa el mirador," *Inclusión y Desarrollo*, vol. 9, no. 2, pp. 63-77, 2022. [En línea]. Disponible en: https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.9.2.2022.63-77.
[20] Sua Romero, L. F. (2024). Ciudadanos del futuro, una apuesta desde la educación en ciencias naturales. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, *55*, Article 55.
[21] Braslavsky, C., & López Rupérez, F. (2003). *La Educación ambiental: Pilar de un desarrollo sostenible—UNESCO Biblioteca Digital*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000132190_spa
[22] Pellín Carcelén, A., Cuevas Monzonís, N., Rodríguez Martín, A., & Gabarda Méndez, V. (2021). Promotion of Environmental Education in the Spanish Compulsory Education Curriculum. A Normative Analysis and Review. *Sustainability*, *13*(5), 2469. https://doi.org/10.3390/su13052469
[23] Marcén Albero, C., & Benayas Del Álamo, J. (2023). Aproximación cualitativa a la incorporación del "paisaje" en la nueva Ley Orgánica de Educación de Enseñanzas No Universitarias (LOMLOE). *Ecosistemas*, *32*(Núm. especial), 2556. https://doi.org/10.7818/ECOS.2556

Otras referencia de apoyo en el texto

Sin enumeración
[a]Revista de educación nº 338. Educación no formal. (s. f.). Ministerio de Educación.
"Alemania adelanta su objetivo de neutralidad climática a 2045," El País, [En línea]. Disponible en: https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2021-05-05/alemania-adelanta-su-objetivo-de-neutralidad-climatica-a-2045.html
[b]"Naturaliza Educación," [En línea]. Disponible en: https://naturalizaeducacion.org
[c] "Revista Zero," 2024.
[d] Ministerio de Educación de Finlandia, *Currículo Nacional de Educación Ambiental*, 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.oph.fi/en/statistics-and-publications/publications.

Ciencia ciudadana en las aulas de Costa Rica: percepciones iniciales de docentes sobre beneficios y barreras de implementación

Héctor Perdomo Velázquez[1]

[1] Departamento de Educación Secundaria. Escuela de Formación Docente. Universidad de Costa Rica (Costa Rica)
hector.perdomo@ucr.ac.cr

Resumen. Este estudio explora las primeras percepciones de docentes costarricenses sobre la implementación de proyectos de ciencia ciudadana en aulas de primaria y secundaria, basándose en talleres de capacitación realizados entre 2023 y 2025. Los resultados, obtenidos mediante cuestionarios aplicados a docentes, revelan que, aunque la mayoría desconocía el concepto previamente, reconocen su potencial para desarrollar habilidades como pensamiento crítico, observación y análisis de datos, además de fomentar vocaciones STEAM y conciencia ambiental. Los docentes identificaron beneficios clave, como la conexión con problemáticas reales y el uso de herramientas digitales, pero también barreras como falta de tiempo, recursos e integración curricular. Los participantes consideraron los talleres útiles para iniciar proyectos, aunque solicitan capacitación continua. Se recomienda fortalecer alianzas institucionales, adaptar recursos al contexto local y promover políticas que faciliten su adopción. La ciencia ciudadana es propuesta, así como una estrategia pedagógica prometedora para una educación científica participativa y sostenible en Costa Rica.

Palabras clave: ciencia ciudadana, educación secundaria, formación docente, alfabetización científica, Costa Rica.

Introducción

La ciencia ciudadana, entendida como la participación activa del público en procesos de investigación científica, ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, particularmente impulsado por el desarrollo de tecnologías digitales [1], [2]. Este enfoque colaborativo no solo contribuye a la generación de datos científicos más amplios y diversos, sino que también representa una valiosa herramienta educativa [3]. En el contexto costarricense -país reconocido por su riqueza biológica y compromiso ambiental, la ciencia ciudadana emerge como una estrategia poderosa para abordar problemáticas ambientales mientras fortalece la educación científica y promueve la participación ciudadana informada [4].

Reconociendo su potencial pedagógico, este estudio se enfoca en la implementación de talleres de capacitación docente para integrar proyectos de ciencia ciudadana en la educación científica. Estas iniciativas buscan equipar a los educadores con herramientas prácticas y metodologías para desarrollar en sus estudiantes habilidades clave como observación, pensamiento crítico y resolución de problemas como determina el Ministerio de Educación Pública (MEP) en Costa Rica [5]. La

propuesta se inspira en experiencias exitosas a nivel nacional e internacional, demostrando cómo estos proyectos pueden conectar a los jóvenes con su entorno natural, fomentar su conciencia ambiental y despertar interés en carreras STEAM [6].

Fig. 1. Potencial pedagógico de la ciencia ciudadana para la educación científica.

Más allá de su aplicación en entornos formales, la ciencia ciudadana se revela como una estrategia efectiva para la alfabetización científica, gracias a su naturaleza colaborativa que abarca diversas fases de la investigación [3], [1], [7]. Su implementación en espacios no formales e informales, potencia el aprendizaje significativo al vincular la teoría con problemáticas reales [8], [9]. La accesibilidad de herramientas digitales reduce barreras de participación, permitiendo que diversos actores sociales contribuyan activamente al quehacer científico mientras desarrollan competencias clave [6]. De acuerdo con lo anterior la ciencia se considera que la ciudadana presenta potencial pedagógico para promover la educación científica en las aulas de educación primaria y secundaria (Fig. 1).

La implementación de la ciencia ciudadana en entornos escolares ha demostrado ser una herramienta transformadora, no solo para el aprendizaje de las ciencias, sino también para fomentar la conciencia ambiental y el pensamiento crítico desde edades tempranas. Un ejemplo destacado es el proyecto de monitoreo de calidad del aire en escuelas primarias desarrollado por [10]. Esta iniciativa no solo logró una correlación significativa con datos oficiales, sino que también aumentó la comprensión científica entre los niños, reduciendo concepciones erróneas sobre la contaminación. Al involucrar a los estudiantes en la formulación de hipótesis, el diseño experimental y el análisis de resultados, el proyecto reforzó habilidades investigativas y mostró cómo la ciencia ciudadana puede hacer que el aprendizaje sea relevante y aplicado, especialmente en temas urgentes como la salud ambiental.

Además de mejorar las competencias científicas, la ciencia ciudadana en educación promueve la participación activa de comunidades tradicionalmente

excluidas de la investigación académica. El estudio de Castell [10], resalta cómo este enfoque empodera a los niños al darles herramientas tangibles para entender y actuar frente a problemas locales. La integración de estas actividades en el currículo escolar, respaldada por materiales pedagógicos adaptados, facilita su adopción por parte de los docentes y asegura un impacto duradero más allá del aula.

A nivel global, revisiones sistemáticas como la de Finger y colaboradores [11] confirman que, aunque los efectos en creencias epistemológicas aún requieren más estudio, la ciencia ciudadana mejora significativamente el interés por la ciencia y la motivación estudiantil. Su análisis de 148 estudios revela que estos proyectos no solo generan datos valiosos para la investigación, sino que también transforman la percepción de los participantes sobre su capacidad para contribuir al conocimiento científico. Esto es particularmente relevante en contextos con limitados recursos educativos, donde la ciencia ciudadana puede suplir la falta de laboratorios convencionales mediante metodologías creativas y de bajo costo.

En conjunto, la evidencia internacional sugiere que la ciencia ciudadana en educación: desarrolla habilidades científicas prácticas; vincula el aprendizaje con problemas reales, aumentando la relevancia percibida de la ciencia; promueve equidad al involucrar a poblaciones diversas, incluyendo escuelas en áreas vulnerables; y genera datos útiles para la investigación, validando su dualidad como estrategia pedagógica y herramienta de recolección.

Estos hallazgos respaldan la adaptación de proyectos similares para Costa Rica, donde la integración de ciencia ciudadana en el currículo nacional podría potenciar tanto la alfabetización científica como la acción comunitaria frente a desafíos ambientales y sociales.

Objetivo

El objetivo general del presente estudio es explorar las primeras percepciones de docentes de educación primaria y secundaria en Costa Rica, sobre la utilidad y los desafíos asociados a la implementación de proyectos de ciencia ciudadana en sus aulas, como complemento al currículo educativo. Esta exploración se basa en una evaluación preliminar realizada a docentes que participaron en talleres de capacitación no formal, diseñados para promover la implementación efectiva de proyectos de ciencia ciudadana con enfoque pedagógico y curricular.

Métodos

Este estudio es cualitativo y es una primera exploración sobre las percepciones de docentes de educación secundaria en Costa Rica sobre la utilidad y los desafíos de implementar proyectos de ciencia ciudadana en el aula. La exploración se basó en cuatro talleres de capacitación docente realizados entre 2023 y 2025 en diferentes centros educativos y foros académicos del país, que incluyó el CONCITES XXVI y el XI Simposio GIDEDICI. Se presenta la evaluación que se realizó a los participantes del último taller que se ha implementando.

Como parte de las actividades académicas de la Carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales de la Universidad de Costa Rica (UCR), se diseñó el taller de capacitación "Herramientas de ciencia ciudadana: temas ambientales y biodiversidad" [2]. Esta iniciativa educativa no formal, busca capacitar tanto a docentes en formación como en ejercicio de educación secundaria, con los siguientes objetivos específicos: a)

Introducir los fundamentos conceptuales y beneficios de la ciencia ciudadana en educación, b) Capacitar en el uso de herramientas digitales y tradicionales para proyectos escolares y c) Promover el diseño de proyectos adaptados al currículo costarricense y al contexto local.

El taller se diseñó con una metodología participativa y experiencial, combinando tres dimensiones fundamentales para la formación docente. En el plano teórico-práctico, se abordan los fundamentos conceptuales de la ciencia ciudadana, su relevancia educativa y casos paradigmáticos tanto históricos como contemporáneos. Esto se complementó con el manejo de herramientas digitales para observación y análisis de datos (apps especializadas, plataformas web), junto con estrategias específicas para su integración curricular basadas en el marco de [2].

Las sesiones incorporan diversas dinámicas de aprendizaje activo: presentaciones interactivas que fomentaban el diálogo, ejercicios prácticos de registro de datos en entornos reales, y espacios de discusión grupal para analizar retos y oportunidades de implementación en el aula. Estructuralmente, el taller guía a los participantes a través de las fases clave de un proyecto de ciencia ciudadana - desde su diseño hasta su ejecución -, con especial énfasis en su articulación con los objetivos del currículo costarricense de ciencias. Esta aproximación multidimensional busca equipar a los docentes tanto con los conocimientos teóricos como con las competencias prácticas necesarias para replicar la experiencia en sus contextos educativos.

Para analizar las percepciones iniciales de la utilidad y desafíos que los docentes de educación en Costa Rica identifican para la implementación de ciencia ciudadana en sus aulas, se elaboró un cuestionario con trece preguntas abiertas y cerradas sobre: conocimiento previo sobre ciencia ciudadana, percepción de utilidad y beneficios educativos, posibles barreras para su implementación y sugerencias sobre la implementación del taller.

Este estudio analiza las percepciones iniciales docentes obtenidas mediante la evaluación de un taller de ciencia ciudadana impartido en el Simposio de Didáctica de las Ciencias (Colegio de Limón Diurno, 12 de marzo de 2025).

Resultados

En el taller evaluado participaron 18 personas. De estas, 8 completaron el cuestionario de evaluación que sustenta los hallazgos aquí reportados. Si bien los datos obtenidos ofrecen un primer acercamiento a la percepción docente sobre la implementación del taller, es importante destacar que el reducido tamaño de la muestra limita la generalización de los resultados al contexto educativo costarricense. No obstante, este estudio proporciona información valiosa como insumo preliminar, permitiendo identificar tendencias y perspectivas iniciales entre los participantes.

La mitad de las docentes que respondieron a la encuesta indicaron trabajar en el nivel de primaria y la otra en secundaria. Respecto al conocimiento previo sobre ciencia ciudadana, la mayoría de las docentes no había escuchado hablar de la ciencia ciudadana antes del taller. Sin embargo, una docente mencionó haber participado en el proyecto la Ferias de Ciencia y Tecnología que, retrospectivamente, considera están relacionados con ciencia ciudadana. Las personas docentes identificaron gran potencial en la ciencia ciudadana para integrarla a diversos temas y unidades de sus cursos como: reciclaje y educación ambiental; componentes de la naturaleza, flora, fauna, contaminación, la materia; y temas transversales de los programas de ciencias.

Basándose en los ejemplos presentados en el taller o en sus propias ideas, los docentes consideraron la realización de proyectos como: el monitoreo de mosquitos y enfermedades [13], el monitoreo de biodiversidad [14], el estudio de aves y peces locales, el monitoreo del reciclaje a nivel escolar y comunitario y observaciones generales para retroalimentar las clases.

Todos los docentes consideraron, que la implementación de proyectos de ciencia ciudadana sería útil para sus estudiantes, y para: involucrar a los padres de familia, crear conciencia sobre la aplicación de la ciencia en la vida diaria, y para desarrollar habilidades como la comprensión del entorno, aprendizaje efectivo y conexión con otras áreas como matemáticas y español.

Los docentes, identificaron los beneficios encontrados en la incorporación de la ciencia ciudadana (Fig. 2), entre los cuales destacaron: fomento del desarrollo de habilidades de observación e identificación, promoción del pensamiento crítico y la resolución de problemas, facilitación de la recopilación y análisis de datos, aumento del interés de los estudiantes por la ciencia, conexión del aprendizaje con problemas ambientales y de biodiversidad reales, empoderamiento de los estudiantes como agentes de cambio, permiso del uso de herramientas digitales, fortalecimiento de la comprensión de conceptos científicos, promoción de la conciencia ambiental, complemento del currículo de manera práctica y atractiva e inspiración para seguir carreras STEAM.

Además, las docentes sugirieron que la ciencia ciudadana podría complementar la enseñanza al resaltar la importancia del ecosistema, fomentar el sentimiento de pertenencia en los estudiantes, promover la participación activa en las comunidades y colaborar con el trabajo en equipo.

También identificaron las principales barreras que anticipan para la implementación de proyectos de ciencia ciudadana (Fig. 2), que incluyen: falta de tiempo en el currículo, falta de recursos o materiales, dificultad para integrar los proyectos con los objetivos de aprendizaje, necesidad de capacitación adicional para el uso de herramientas, dificultad para gestionar la participación de los estudiantes a largo plazo, preocupaciones éticas o de seguridad en la recopilación de datos, falta de apoyo institucional y dificultad para evaluar el aprendizaje de los estudiantes en estos proyectos.

Fig. 2. Beneficios y barreras percibidos por docentes de primaria y secundaria en la integración de la ciencia ciudadana en el aula.

Los docentes consideraron útiles todos los aspectos del taller, destacando el intercambio de experiencias, el apoyo de las aplicaciones y las explicaciones proporcionadas. Las docentes mostraron interés en profundizar en temas como la educación ambiental, la aplicación práctica de las apps, la creación y monitoreo de proyectos, espacios de intercambio y la integración con otras áreas del currículo.

La totalidad de los docentes consideró que el taller les brindó herramientas suficientes para empezar a pensar en implementar proyectos de ciencia ciudadana en sus propias aulas durante sus clases. Los comentarios finales fueron positivos, resaltando la utilidad para la práctica docente y la gestión de proyectos escolares.

Discusión y análisis

La evaluación del taller de ciencia ciudadana, aunque basada en una muestra limitada de participantes, revela percepciones cualitativas iniciales valiosas sobre su recepción docente, la utilidad percibida y los desafíos anticipados para su implementación en la educación primaria y secundaria costarricense

En primer lugar, se observa una variedad en el conocimiento previo de las docentes sobre la ciencia ciudadana. El hecho de que algunas docentes no hubieran escuchado hablar de ella antes del taller, subraya la importancia de estas iniciativas para introducir y difundir el concepto y sus beneficios en el ámbito educativo. Esto es correspondiente con lo encontrado por Finger [11], quienes mencionan que la ciencia ciudadana sigue siendo un campo emergente en educación, con vacíos en su difusión pedagógica, incluso en contextos desarrollados. Esto refuerza la pertinencia del taller del presente estudio, como estrategia para cerrar brechas conceptuales, tal como en el proyecto de Castell [10], en el cual capacitar a docentes fue clave para implementar monitoreo de aire en escuelas.

La identificación retrospectiva de una feria científica escolar como un proyecto de ciencia ciudadana por una docente, sugiere que los principios de la ciencia ciudadana pueden estar presentes en prácticas pedagógicas sin ser formalmente reconocidos como tales, como es el caso de los procesos de Ferias de Ciencia y Tecnología [12].

Un hallazgo significativo es el consenso sobre la utilidad de la implementación de proyectos de ciencia ciudadana para sus estudiantes. Esta percepción positiva se fundamenta en la identificación de múltiples maneras específicas en las que la ciencia ciudadana podría ser beneficiosa, incluyendo el involucramiento de las familias, la conexión de la ciencia con la vida cotidiana y, crucialmente, el desarrollo de diversas habilidades importantes. Estas habilidades, como la observación, el pensamiento crítico, la recopilación y análisis de datos se alinean directamente con los objetivos de la ciencia ciudadana como estrategia para la alfabetización científica y el desarrollo de competencias clave, mencionadas por [3] y las establecidas en los programas del MEP.

Las docentes identificaron una amplia gama de beneficios en la incorporación de la ciencia ciudadana en el proceso de enseñanza y aprendizaje, lo que refleja una comprensión del potencial transformador de la ciencia ciudadana en la experiencia educativa. Se destaca el impacto positivo de la ciencia ciudadana en la educación científica al fomentar una comprensión más profunda de la ciencia y una mayor conciencia ambiental. La mención de la inspiración para seguir carreras STEAM, también se alinea con el potencial de la ciencia ciudadana para despertar el interés en estas disciplinas [6], [3]. Estos hallazgos coinciden con estudios internacionales donde la ciencia ciudadana mejora competencias científicas y compromiso estudiantil [10].

Las docentes identificaron temas curriculares adecuados para integrar proyectos de ciencia ciudadana, demostrando comprensión de su aplicación práctica mediante las herramientas presentadas [2], lo que evidencia su relevancia para contextos educativos locales.

Pese al entusiasmo docente, se identificaron barreras clave para implementar estos proyectos, destacando principalmente la falta de tiempo curricular. Esto exige desarrollar estrategias que alineen la ciencia ciudadana con los objetivos de aprendizaje. Otras dificultades evidencian la necesidad de mayor apoyo docente para su implementación efectiva. La demanda de capacitación en aplicaciones y diseño de proyectos refleja un patrón general observado por [11], quienes mencionan que la sostenibilidad de estas iniciativas requiere apoyo técnico continuo y recursos escalables, como los desarrollados en el taller de [10].

Los docentes valoraron positivamente el taller, reconociendo su utilidad para introducir los fundamentos y herramientas de la ciencia ciudadana. No obstante, manifestaron interés en capacitación adicional sobre el uso de aplicaciones, diseño de proyectos e integración curricular, lo que evidencia la necesidad de talleres de seguimiento para una implementación sostenible.

Conclusiones y recomendaciones

La exploración sobre las primeras percepciones de los docentes al taller, permiten mencionar que en general existe una receptividad favorable y un reconocimiento generalizado entre las docentes sobre el valor y el potencial de la ciencia ciudadana como herramienta para enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje. Perciben claramente los beneficios para el desarrollo de habilidades cruciales en sus estudiantes,

el aumento de su interés por la ciencia y la conexión del aprendizaje con problemáticas ambientales y de biodiversidad reales.

La ciencia ciudadana se alinea con los objetivos de la educación científica [8] al fomentar una comprensión más profunda de la ciencia, promover la conciencia ambiental y desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas. Su naturaleza práctica y contextualizada, como se destaca en las fuentes, la convierte en una estrategia pedagógica atractiva y significativa.

Las docentes participantes demostraron la capacidad de identificar temas curriculares relevantes y concebir proyectos de ciencia ciudadana concretos, muchos de ellos basados en las herramientas y ejemplos presentados en el taller. Esto sugiere una comprensión práctica de cómo la ciencia ciudadana puede aplicarse en sus aulas.

A pesar del entusiasmo, las docentes anticipan barreras significativas para la implementación, principalmente relacionadas con la falta de tiempo en el currículo, la necesidad de recursos y capacitación adicional, y las dificultades para la integración curricular y la gestión de proyectos a largo plazo. Abordar estas barreras será crucial para el éxito de cualquier iniciativa de ciencia ciudadana en el ámbito educativo.

La evaluación refleja que el taller fue útil para introducir el concepto de ciencia ciudadana y presentar herramientas relevantes. Sin embargo, el interés en profundizar en temas específicos sugiere la necesidad de un apoyo continuo y recursos adicionales para facilitar una implementación más efectiva y sostenida.

Con base en la implementación y evaluación realizada, se sugieren las siguientes recomendaciones respecto a la ciencia ciudadana:

Es importante desarrollar estrategias y recursos que faciliten la integración de proyectos de ciencia ciudadana en el currículo existente, demostrando su alineación con los objetivos de aprendizaje de diversas asignaturas. Se podrían ofrecer ejemplos concretos de cómo proyectos de ciencia ciudadana pueden complementar y enriquecer los contenidos curriculares.

Para una implementación efectiva de la ciencia ciudadana en las aulas de Costa Rica, se recomienda enfocarse en tres ejes principales: a) Formación docente y recursos educativos: desarrollar guías prácticas, tutoriales digitales y casos de estudio adaptados al contexto local (e.g. temas sobre problemas ambientales locales); ofrecer talleres continuos y espacios de colaboración para construir comunidades de práctica, con especial énfasis en estrategias pedagógicas, ética en investigación y análisis científico; b) Cooperación institucional: fomentar la colaboración entre docentes en ejercicio, académicos de las universidades públicas y el Instituto de Desarrollo Profesional del MEP, aprovechando iniciativas existentes; concienciar a las autoridades educativas para asegurar apoyo institucional y asignación de recursos específicos; c) Evaluación y proyección: diseñar instrumentos de evaluación adecuados para proyectos de ciencia ciudadana; promover iniciativas que integren la enseñanza científica con la conservación de biodiversidad y la participación activa estudiantil.

El taller no formal evaluado en este estudio tiene potencial de ser un punto de partida de una estrategia importante para fortalecer las competencias docentes en la implementación de proyectos educativos significativos. Este enfoque no solo enriquecería la enseñanza de las ciencias al hacerla más participativa y contextualizada, sino que además fomentaría el compromiso con la conservación ambiental y los principios de sostenibilidad.

Para futuras implementaciones, se reconoce la necesidad de fortalecer la evaluación mediante muestras más representativas y triangulación de datos como cuestionarios, observaciones y entrevistas, que midan de manera robusta la percepción e impacto del taller. Esto permitiría evaluar no solo la percepción inmediata, sino la transferencia real al aula y su efecto en los procesos educativos.

Referencias

[1] CONABIO. (2025). ¿Qué es la ciencia ciudadana? Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Recuperado el 3 de abril de 2025, de https://www.biodiversidad.gob.mx/cienciaciudadana/que-es

[2] Perdomo-Velázquez, H. y Jiménez-Robles, D. (En Prensa). Herramientas de Ciencia Ciudadana para Temas Ambientales y de Biodiversidad. Memorias del XVI Congreso Nacional de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CONCITES. Costa Rica.

[3] Fundación Ciencia Ciudadana y Universidad Autónoma de Chile. (2017). Guía para conocer la Ciencia Ciudadana. https://ediciones.uautonoma.cl/index.php/UA/catalog/book/29

[4] Facultad de Educación UCR. (2025). Proyecto innovador de ciencia ciudadana es impulsado en la Facultad de Educación. Recuperado el 2 de abril de 2025, de https://facultadeducacion.ucr.ac.cr/noticias/645-proyecto-innovador-de-ciencia-ciudadana-es-impulsado-en-la-facultad-de-educacion

[5] UNICEF y MEP. (2022). Fundamentación teórica para la ruta de trabajo Educación STEAM. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Ministerio de Educación Pública (MEP). https://www.mep.go.cr/sites/default/files/202407/FundamentacionTeoricaSTEAM.pdf

[6] Co_Lab – PNUD. (2022). Ciencia ciudadana: una exploración sobre sus tendencias y su rol en el desarrollo sostenible. Laboratorio de Aceleración y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Argentina. Ciencia Ciudadana: Una exploración sobre sus tendencias y su rol en el desarrollo sostenible | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo

[7] Observatorio de la Ciencia Ciudadana en España. (2025). Observatorio de la ciencia ciudadana en España. Recuperado el 3 de abril de 2025, de https://ciencia-ciudadana.es/

[8] Eitzel, M. V., Cappadonna, J.L., Santos-Lang, C., Duerr, R.E., Virapongse, A., West, S. E., Kyba, C.C.M., Bowser, A., Cooper, C.B., Sforzi, A., Metcalfe, A.N., Harris, E.S., Thiel, M., Haklay, M., Ponciano, L., Roche, J., Ceccaroni, L., Shilling, F. M., Dörler, D. y Jiang, Q. (2017). Citizen science terminology matters: Exploring key terms. Citizen Science Theory and Practice, 2(1), 1. https://doi.org/10.5334/cstp.96

[9] Perelló, J. (2014). Ciencia Ciudadana: Conocimiento al Poder. Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona. Recuperado el 11 de octubre de 2024, de http://lab.cccb.org/es/ciencia-ciudadana-conocimiento-al-poder/

[10] Castell N., Grossberndt S., Gray L., Fredriksen M.F., Skaar J.S. y Høiskar B.A.K. (2021) Implementing Citizen Science in Primary Schools: Engaging Young Children in Monitoring Air Pollution. Front. Clim. 3:639128. https://doi.org/10.3389/fclim.2021.639128

[11] Finger L., van den Bogaert V., Schmidt L., Fleischer J., Stadtler M., Sommer K. y Wirth J. (2023) The science of citizen science: a systematic literature review on educational and scientific outcomes.Front. Educ. 8:1226529 https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1226529

[12] Pronafecyt. (2025). Manual del Programa de Ferias de Ciencia y Tecnología. Programa Nacional de Ferias de Ciencia y Tecnología (Pronafecyt). Recuperado el 2 de abril de 2025, de https://www.mep.go.cr/sites/default/files/2025-03/Manual%20FCyT%202025%20vf%2014-3-2025.pdf

[13] Mosquito Alert. (2025). Ciencia ciudadana para investigar y controlar mosquitos transmisores de enfermedades. Recuperado el 3 de abril de 2025, de https://www.mosquitoalert.com/

[14] iNaturalist. (2025). iNaturalist. Recuperado el 3 de abril de 2025, de https://www.inaturalist.org/

Didáctica de la programación con software y hardware libre: uso de domótica educativa en bibliotecas populares de Argentina

Valentín Basel[1]

[1] Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Universidad Nacional de Córdoba (CIECS – CONICET- UNC)

valentinbasel@mi.unc.edu.ar

Resumen. El tema principal del trabajo aquí presentado es la enseñanza de programación con robótica educativa, cuyo marco regulatorio, en Argentina, se estableció con la aprobación de los núcleos de aprendizajes prioritarios (NAP) para la educación inicial, primaria y secundaria en educación digital, programación y robótica en el año 2018. Entendiendo la necesidad de considerar las propuestas curriculares de enseñanza de programación con robótica como política educativa, se puede decir que es necesario adoptar una mirada reflexiva sobre los aspectos técnicos y pedagógicos inherentes a la elección de una herramienta para su implementación en la enseñanza de programación y robótica. En ese sentido, durante el año 2021 se realizo una experiencia de auto producción de hardware en bibliotecas populares de la provincia de Córdoba (Argentina), donde se abordo los procesos de aprendizaje de los estudiantes en relación con un lenguaje de programación y la propuesta de hardware y software libre para domótica educativa diseñada para el proyecto, así como incorporar los procesos de producción del hardware a la actividad educativa.

Palabras clave: Soberanía tecnológica, software libre, hardware libre, bibliotecas populares.

1. Introducción

Durante el año 2021 se realizo la experiencia de producción de hardware para domótica en bibliotecas populares de la provincia de Córdoba, donde se abordaron los procesos de aprendizaje de los estudiantes en relación con el lenguaje de programación Python y la propuesta de hardware para domótica educativa diseñada para el proceso de investigación. Como marco teórico se observo el desarrollo del aprendizaje de programación desde la perspectiva de la teoría socioconstructivista de

Vygotsky y la teoría de la objetivación de Radford, herramientas teóricas que ayudaron a repensar el proceso de enseñanza de la programación.
Trabajar con espacios ciudadanos, como bibliotecas populares, permitió profundizar en las prácticas de enseñanza y aprendizaje que se llevan en estos espacios, y proporcionar evidencia para fundamentar las perspectivas teóricas propuestas. Además, contribuir a la discusión sobre la adopción de herramientas de software libre y hardware de especificaciones libres, no solo por su calidad técnica o por las comunidades de desarrollo, sino también desde las perspectivas éticas necesarias para considerar en el contexto de las políticas públicas sobre la enseñanza de programación en las escuelas de la provincia de Córdoba, Argentina.
Durante el proceso de investigación se pudo observar que para trabajar con tecnologías digitales, las bibliotecas que participaron del proyecto se encontraban en situaciones muy disímiles en función de sus capacidades. En general, se puede decir que solo se dispuso de un espacio físico, electricidad e internet a través de Wi-Fi, dado que los talleres técnicos son muy poco comunes en estos espacios. Basta hacer una pesquisa en los anuarios generados por la CONABIP[1] (Comisión Nacional de Bibliotecas Populares) sobre los trabajos efectuados por las distintas bibliotecas populares a lo largo de Argentina para observar que hay muy poca oferta de cursos en los que se usen las TICs.

2. Materiales y métodos

Trabajar con sistemas de domótica educativa conlleva una serie de elecciones técnicas que requieren un compromiso entre varios factores. Por un lado, el hardware y el software seleccionados permitirán, en mayor o menor medida, el desarrollo de distintos proyectos educativos para la enseñanza de programación.
Pero también, un sistema de robótica educativa es un componente físico que requiere adquirirlo, fabricarlo, mantenerlo, repararlo en caso de ser necesario, y toda una logística necesaria para su utilización en el aula, desde electricidad o baterias, hasta capacidad de conexión a internet para su funcionamiento.
La elección de una herramienta técnica puede facilitar o dificultar la actividad de la enseñanza en el aula y, por tanto, es necesario tener en cuenta sus aspectos de diseño, construcción, mantenimiento, logística de adquisición de materiales y capacidades de reparación.
Elegir un hardware de domótica para trabajar con bibliotecas populares, llevó a analizar varios tipos de componentes existentes en el mercado que pudieran satisfacer las necesidades de un sistema de bajo costo, con capacidad de conexiones de entrada/salida (I/O, por sus siglas en inglés), capacidad de conversión de señales analógicas a digitales para conectar sensores y capacidad de conexión a internet mediante protocolo TCP/IP (Wi-Fi o cables Ethernet). En ese sentido, se termino por elegir usar dispositivos basados en los circuitos ESP8266, concretamente en las placas de desarrollo WEMOS D1 Mini.

[1] https://www.conabip.gob.ar/

2.1. Placa de circuito impreso

La elección del hardware electrónico para trabajar en domótica educativa está sujeta a los requerimientos técnicos necesarios para contar con un dispositivo barato y que sea fácil de utilizar por estudiantes con poca experiencia en el trabajo con soldadores de estaño[1]. La tecnología THT permite tener componentes grandes y fáciles de manipular, aunque suelen ser más caros que su contrapartida SMD. Además, termina obligando a diseñar un PCB más voluminoso y a utilizar un gabinete más grande, lo que incrementa el costo total del dispositivo. Los componentes THT también suelen ser más complejos de trabajar a nivel industrial, donde la utilización de robots especializados facilita el montaje de componentes SMD en grandes cantidades y a gran velocidad, mejorando la producción a nivel industrial.

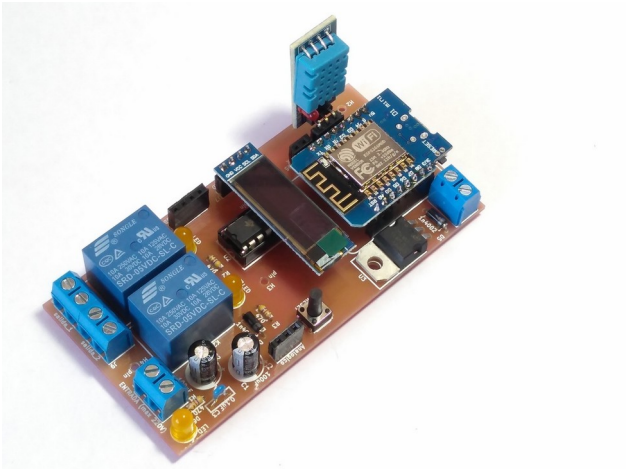


Figura 1: Placa de desarrollo DOMOTICARO para domótica educativa, basada en microcontroladores ESP8266

Un PCB consiste en una lámina de material conductivo (cobre) que forma las pistas que interconectan los distintos componentes de hardware, apoyada en un material no conductivo que funciona como soporte para las pistas. Estas pistas pueden estar en las dos caras del material soporte, y en PCBs industriales, incluso en varias capas apoyadas una sobre otra. En general, a nivel industrial se busca miniaturizar y reducir la distancia y grosor de las pistas para lograr tener PCBs más pequeños. Esta situación es inadecuada para un proyecto que busca ser fabricado a pequeña escala y con herramientas baratas.

3. La producción de hardware para domotica en bibliotecas populares

Dentro de la perspectiva de la teoría de la objetivación, la enseñanza-aprendizaje no es solamente un esfuerzo orientado hacia la dimensión del saber. La enseñanza-aprendizaje debe ser un esfuerzo orientado tanto hacia el saber como hacia el ser. Radford ve la enseñanza-aprendizaje como un trabajo conjunto que va más allá de la

familiarización y adquisición de un contenido disciplinario y añade la dimensión del ser como una dimensión fundamental educativa[2]. El aprendizaje significativo de la enseñanza-aprendizaje busca “promover comprensiones conceptualmente profundas y culturalmente variadas de las matemáticas, y crear espacios de reflexión crítica en el aula de manera que haya un crecimiento subjetivo socialmente responsable del alumno”[3] .

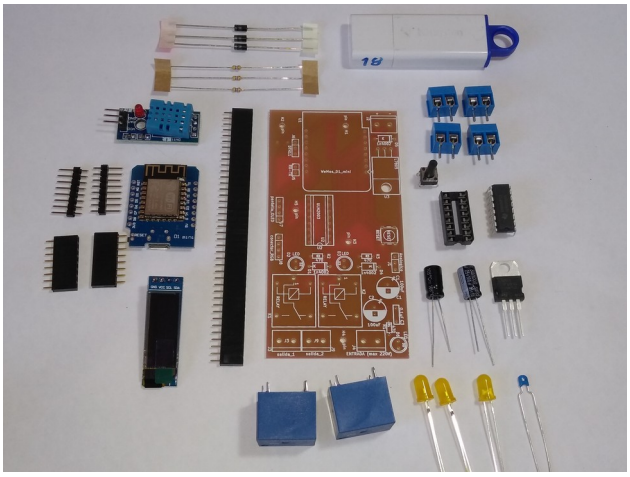


Figura 2: Kit electrónico, diseñado para fabricar placas de domótica en las bibliotecas populares

Esta perspectiva política sobre la educación en matemática es extrapolable a la enseñanza de programación y permite tomar elementos de su formulación para ser aplicados a una didáctica de la programación con robótica educativa, diseñada con software libre y hardware de especificaciones libres[4]. Posicionados desde esa mirada teórica, se puede decir que construir el hardware que se usará en clases no es solo una actividad que busque abaratar costos o simplificar logísticas de mantenimiento, sino que agrega una dimensión comunitaria al proceso de fabricación de kits de robótica para usar en las instituciones. Esto incluye la participación de PyMES o cooperativas zonales que puedan proveer los componentes electrónicos necesarios, o microemprendimientos que pueden desarrollarse en escuelas técnicas a partir de la necesidad de construir el equipamiento necesario para otras escuelas que no cuenten con las herramientas adecuadas.

Sin embargo, esta perspectiva, alentadora en la teoría, se enfrenta a múltiples complejidades y factores limitantes. En la práctica, las decisiones técnicas de fabricación pueden facilitar o entorpecer el proceso de construcción y utilización del hardware. Es fundamental entender los límites de la producción de hardware en la escuela para poder diseñar un proceso de enseñanza-aprendizaje desde la perspectiva de las teorías socio-históricas.

Por tal motivo, de las tres bibliotecas, se seleccionaron dos para impartir cursos de programación con el hardware previamente soldado, y en la tercera biblioteca se trabajó directamente con una propuesta curricular orientada a la fabricación de las placas Domoticaro.

Para poder observar los procesos de fabricación de hardware con estudiantes de escuelas secundarias, se seleccionó la biblioteca Juana Manuela Gorriti. Esta biblioteca estaba en un proceso de mudanza desde su lugar original a una nueva instalación y, por lo tanto, su infraestructura estaba más limitada, contando únicamente con un espacio con mesas, Wi-Fi y electricidad.
La experiencia se organizó en cuatro clases de dos horas de duración cada una, donde los participantes, estudiantes de escuelas secundarias de entre 16 y 18 años, pudieron soldar sus propias placas, para luego aprender a programar en Python y MicroPython.

La biblioteca popular Juana Manuela Gorriti se encargó de la convocatoria y selección de dos estudiantes para el curso de ensamblaje y programación del hardware Domoticaro. Dado que sería una experiencia de investigación, se registró todo el proceso de trabajo de los estudiantes, con el fin de evaluar las distintas fases de construcción del hardware, así como su programación por parte de los estudiantes.
Durante el primer encuentro con los estudiantes, dos chicos de 17 años, se presentó el hardware armado y se les enseñó a usarlo con Python. Durante esas primeras dos horas, los estudiantes trabajaron primero con Python y la librería turtle (parte de la distribución estándar de Python), implementando las secuencias didácticas propuestas en su momento por Seymour Papert y su equipo de investigación, lo cual sirvió como introducción al trabajo con primitivas del lenguaje LOGO implementadas en Python. Este primer encuentro fue similar a los efectuados en las otras bibliotecas, sirviendo como un pantallazo inicial de la propuesta y como herramienta para analizar el conocimiento de los participantes.
Los estudiantes trabajaron con dos netbooks que fueron llevadas como parte del equipamiento necesario para el taller, así como con cámaras de video para filmar las actividades de desarrollo y herramientas de fabricación de placas electrónicas. Durante esta primera instancia de capacitación, y luego de la introducción al lenguaje mediante el uso de la librería turtle, los estudiantes trabajaron sobre hardware previamente ensamblado para usar como interfaz de programación y controlar algunos dispositivos eléctricos (luces LED, ventiladores) mediante scripts escritos en Python.
Es interesante observar cómo, durante esta primera jornada de trabajo, el uso del hardware solo fue presentado a los estudiantes para que tuvieran una primera aproximación a su funcionamiento, controlando dispositivos eléctricos mediante Wi-Fi y Python. Si bien pudieron interactuar con él y utilizarlo, se notaba cierta incomodidad al trabajar con electrónica que no estaba protegida por una carcasa de plástico. Por esta razón, los dos estudiantes (una práctica común entre personas que no están acostumbradas a trabajar con electrónica) apenas hacían contacto con el hardware, sosteniéndolo por los bordes con la mayor delicadeza y cuidado posible, a pesar de que previamente se les explico que era un hardware económico diseñado para ser maltratado por estudiantes como ellos.
Durante la segunda, tercera y cuarta jornada de trabajo, los estudiantes dedicaron el tiempo a aprender a soldar y ensamblar las placas Domoticaro, así como a hacer un proyecto completo de automatización para controlar las luces de sus casas. En total, se necesitaron cuatro horas de trabajo para poder soldar las dos placas. Este proceso implicó desarmar y reensamblar componentes que se dañaron por sobrecalentamiento, por soldaduras defectuosas o que habían sido instalados en una posición incorrecta.

Aunque en la primera clase los estudiantes tuvieron acceso al hardware ya ensamblado, trabajar sobre su propio hardware (al que incluso le ponían nombre para reconocerlo entre clase y clase) permitió eliminar lo que podríamos definir como el temor a romper los dispositivos. Este miedo es comprensible, dado que suelen ser componentes delicados, costosos y difíciles de adquirir o reponer. Desmontar esa idea para poder utilizar las placas como hardware educativo, que es para lo que fueron diseñadas, solo fue posible cuando los estudiantes pudieron armar sus propias placas, soldando y reparando los errores que cometían por su falta de experiencia.

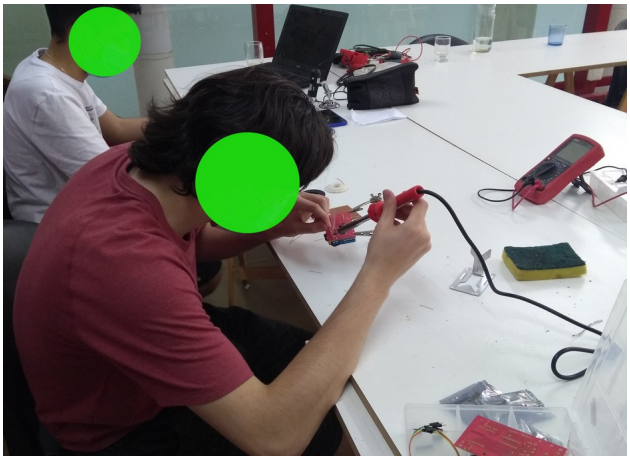


Figura 3: Chicos de la biblioteca popular Juana Manuela Gorriti soldando sus propias placas de domótica

Al utilizar componentes THT, grandes y resistentes a la manipulación inexperta, se pudo trabajar con el hardware reparando y reemplazando piezas, para luego comenzar a usar las placas con python y programarlas. Sin embargo, esta vez no se trataba de una “caja negra”, sino de dispositivos que ellos mismos podían fabricar y reparar, lo cual les dio un nivel de confianza que facilitó su uso como herramienta didáctica en programación, sin las preocupaciones iniciales de romper o arruinar el hardware.

Estas experiencias aisladas demuestran la viabilidad de incorporar a una propuesta curricular el uso de placas diseñadas para ser producidas por los estudiantes. Sin embargo, se encontró que el nivel de conocimiento específico por parte del equipo docente, así como las herramientas de laboratorio necesarias, agregan una nueva capa de complejidad logística al ya complicado escenario de utilizar sistemas de robótica en espacios ciudadanos como bibliotecas populares.

Desde esa perspectiva, es importante considerar las posibilidades reales de trabajar con hardware de estas características en las escuelas. Es cierto que la fabricación de hardware permite situaciones de apropiación por parte de los estudiantes, facilitando la utilización de estas herramientas para la enseñanza de programación, así como el conocimiento necesario para poder mantener y reparar (además de rediseñar y adaptar) los circuitos electrónicos. Sin embargo, también se presentan complejidades

logísticas en la construcción y testeo de los componentes, así como la necesidad de contar con un docente formado y preparado en electrónica y con competencias suficientes para impartir clases de programación.
Algunas posibilidades exploradas como soluciones a estos inconvenientes incluyeron involucrar a otros actores en el desarrollo de los kits de domótica, como universidades, escuelas técnicas, así como PyMES y cooperativas locales especializadas en desarrollo electrónico. Estos actores fabricaron las placas para que los estudiantes de las escuelas secundarias pudieran utilizarlas, fomentando así el involucramiento de diversos actores comunitarios en la práctica educativa.

4. Reflexiones finales.

En sí mismo, La experiencia en las bibliotecas populares demostró algunas de las posibilidades de los sistemas de domótica como herramientas educativas, pero también dejó a la vista las complejidades a tener en cuenta en su implementación en el aula. En principio, el enfoque de ir incrementando la complejidad de los ejercicios se mostró eficaz para sostener una cursada tradicional, o como diría Radford, una clase magistral, donde el docente imparte conocimiento a estudiantes que carecen del mismo[5].
Sin embargo, la actividad se volvió más potente y colectiva cuando los estudiantes comenzaron a trabajar con el hardware de domótica actuando contra objetos reales (lámparas de colores y ventiladores), aunque, por el contrarío, esta situación incrementó la cantidad de dispositivos necesarios para poder interactuar. Algunos se rompieron o simplemente dejaron de funcionar, situación que a priori se entiende como un fracaso del dispositivo, pero que generó un debate entre los estudiantes, tratando de resolver la situación. El balance entre incrementar la complejidad de los ejercicios y la posibilidad de empezar directamente con situaciones concretas, es decir, ir de lo real a lo abstracto y no al revés, es uno de los temas más importantes a tener en cuenta cuando se trabaja con sistemas de robótica educativa.
Por otro lado, La adopción de un lenguaje de programación no es un asunto trivial; dependiendo de las posibilidades del lenguaje, se pueden abrir o cerrar distintas posibilidades de trabajo con los estudiantes. Al ser un producto cultural, podemos ver a un lenguaje de programación como un diálogo histórico-cultural entre diversos actores. Radford (hablando de las matemáticas, pero se puede extrapolar a la programación) dice:

"*Siempre nos apoyamos en ideas de otros, en artefactos culturales producidos por otros; si estos otros están frente a nosotros o no, no es relevante. Por ejemplo, un estudiante puede estar solo leyendo un libro en una biblioteca. Aunque parecería que está aprendiendo de manera individual, no lo está. El libro porta otras voces, otras perspectivas. El estudiante está en diálogo con otras personas; está utilizando un lenguaje que no creó, sino que encontró en su cultura, y está utilizando artefactos históricos culturales para aprender (el libro, la escritura, Internet, etc.)*" [5, p. 19]

Esta concepción dictamina que no es solo una solución técnica la elección de una herramienta como un lenguaje de programación. Además, entran en juego las comunidades de soporte del lenguaje, foros, listas de correos, tutoriales y páginas web donde podamos entrar en diálogos con otros desarrolladores de software que nos puedan ayudar a expandir nuestro conocimiento y las posibilidades del lenguaje.
Es necesario repensar los dispositivos de tecnología educativa, ya no como productos a ser usados por las escuelas solo como usuarios finales, sino asumir la producción de hardware como parte integral de un círculo educativo donde los actores intervinientes son las escuelas (normales y técnicas) que puedan producir y usar su propio hardware gracias al software y hardware libre, así como procesos de investigación que puedan llevar a cabo institutos superiores (universidades, terciarios) para generar políticas públicas respecto a la adquisición de hardware y la creación de estándares técnicos que permitan a actores locales como PyMEs y cooperativas dar respuestas a las necesidades concretas de las escuelas. Abrir la caja negra que es el software y el hardware privativo nos permite fomentar la flexibilidad interpretativa tecnológica, posibilitando que los actores del sistema educativo puedan usar estas herramientas y modificarlas según las necesidades concretas de cada comunidad, aprovechando la potencia del software y hardware libre, así como el reciclaje de componentes electrónicos en desuso y resignificándolos para su uso como herramienta educativa

5. Referencias

[1] I. González, J. González, y F. Gómez-Arribas, «Hardware libre: clasificación y desarrollo de hardware reconfigurable en entornos GNU/Linux», en *VI Congreso de Hispalinux, Universidad Rey Juan Carlos I*, 2003. Accedido: 26 de agosto de 2016. [En línea]. Disponible en: http://ftp1.nluug.nl/ftp/pub/ftp/os/Linux/doc/LuCaS/Presentaciones/200309hispalinux/8/8.pdf

[2] L. Radford, «De la teoría de la objetivación», *Rev. Latinoam. Etnomatemática*, vol. 7, n.º 2, pp. 132-150, 2014.

[3] L. Radford, «Aspectos conceptuales y prácticos de la Teoría de la Objetivación», 2021.

[4] V. Basel, «Hardware libre en el aula: Una experiencia de capacitación en el uso de recursos educativos abiertos en escuelas técnicas en Tucumán, Argentina», 2020.

[5] L. Radford, «¿Qué constituye una buena clase de matemáticas?», *Rev. Digit. Didáctica Divulg. Las Cienc.*, vol. 4, 2023, Accedido: 27 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Luis-Radford/publication/377182715_Que_constituye_una_buena_clase_de_matematicas/links/659878c46f6e450f19ce4ad3/Que-constituye-una-buena-clase-de-matematicas.pdf

Mis Primeros Pasos en Química

Ligia Solís Torres[1], Edwin Salas Gonzalez[1], Fabio Araya Carvajal[2], Alina Ramírez Solís[1], María Amey Monge[1], Yarelin Guzmán Castro[1], Franklin Orellana García[1]

[1] Escuela de Química. Universidad Nacional (Costa Rica)
ligia.solis.torres@una.cr; edwin.salas.gonzalez@una.cr; alina.ramirez.solis@est.una.ac.cr; maria.amey.monge@una.cr; yarelin.guzman.castro@est.una.ac.cr; franklin.orellana.garcia@est.una.ac.cr

[2] Instituto Tecnológico de Costa Rica (Costa Rica)
fdaraya@tec.ac.cr

Resumen. Mis Primeros Pasos en Química surge como una estrategia educativa para acercar a niñas y niños a la ciencia, especialmente a la química, mediante talleres experimentales diseñados para ser visuales, seguros y didácticos. En un contexto post-pandemia y frente al auge de referentes digitales como influencers, youtubers y tiktokers, surge la necesidad de fomentar el pensamiento científico desde edades tempranas. Se desarrollaron diversas actividades seleccionadas por su atractivo visual y utilización de reactivos de bajo riesgo, y fueron realizadas con el acompañamiento de estudiantes universitarios de Licenciatura en Química, Ingeniería en Bioprocesos Industriales y Enseñanza de las Ciencias. Se implementaron reacciones como la de bicarbonato con vinagre, la botella azul, la mamba negra y la combustión de magnesio. Los resultados demostraron un alto nivel de entusiasmo, participación y comprensión por parte de las niñas y niños, así como una valoración positiva por parte de estudiantes asistentes y familiares. Esta iniciativa no solo promovió el interés por la ciencia, sino que demostró el valor de una educación práctica, personalizada e inclusiva como herramienta de divulgación científica en el ámbito educativo. La participación de 42% de mujeres frente a un 58% de hombres denota una pequeña brecha de genero aun por superar.

Palabras clave: talleres de química, infancia, extensión educativa, química educativa.

1. Introducción

La pandemia de COVID-19 evidenció la urgente necesidad de fortalecer la educación científica de la población general. Durante esta etapa crítica, se observaron altos niveles de desinformación, particularmente en torno al desarrollo y aplicación de vacunas. Aunque la ciencia logró producir vacunas en tiempo récord, los movimientos antivacunas cuestionaron su eficacia y seguridad, dejando al descubierto una gran brecha en la comprensión pública sobre el método científico [1], [2]

En paralelo, el auge de la era digital ha introducido nuevas aspiraciones profesionales entre niñas, niños y adolescentes. Figuras como influencers, youtubers y tiktokers se presentan como modelos de éxito, generando un desplazamiento en los referentes vocacionales tradicionales [3].

En este contexto, surgió la necesidad de acercar a la infancia a la ciencia de forma atractiva y significativa. El Laboratorio de Didáctica de las Ciencias y el Programa EDUQUIM de la Escuela de Química han trabajado en estrategias como el *Día de la Niña Científica*, una actividad que busca generar interés por las ciencias desde edades tempranas, en ella participan todas las unidades de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. No obstante, se identificó la necesidad de una estrategia más personalizada. Así nació el proyecto *Mis Primeros Pasos en Química*, cuyo objetivo es fomentar el acercamiento a la química a través de talleres experimentales lúdicos y seguros.

Navarrete [4]señala que desde niños el aprendizaje del método científico lleva a su utilización en etapas mayores, lo cual sostiene el postulado de buscar acercar a los niños a la ciencia y su importancia

2. Materiales y métodos

Se diseñaron e implementaron talleres prácticos dirigidos a niñas y niños con el objetivo de generar un primer acercamiento a la química mediante reacciones visuales y seguras. Las actividades se seleccionaron bajo criterios de seguridad, atractivo visual y facilidad de ejecución. Se diseño el curso como parte de la venta de servicios a través de EDUQUIM el área de educación permanente de la Escuela de Química.

Las reacciones utilizadas se muestran en la Tabla 1, se buscó que fuesen de riesgo bajo o moderado. Las de riesgo bajo fueron desarrolladas por los niños, las de riesgo moderado por estudiantes universitarios de Licenciatura en Química, Ingeniería en Bioprocesos Industriales y Enseñanza de las Ciencias que participaron asistiendo en las actividades. Cabe destacar que cada experimento tenía no solo un objetivo de aprendizaje, sino también un objetivo lúdico. El primero para realizar la tarea de crear conocimiento en los niños, y el segundo para fomentar en interés por la ciencia.

Tabla 1. Algunas de los experimentos utilizados en Mis Primeros Pasos en Química.

Experimento	Riesgo	Objetivo de aprendizaje	Objetivo lúdico
Globo que se infla solo (bicarbonato de sodio más vinagre)	Bajo	Observar los tres estados de la materia reacciones de producción de gas	Despertar la curiosidad y "magia" de un globo que se infla solo
Botella azul (glucosa, azul de metileno e hidróxido de sodio diluido)	Bajo	Entender que las reacciones pueden ser reversibles.	Sorprenderse al ver el color aparecer y desaparecer y aparecer de nuevo.
Mamba negra (azúcar, bicarbonato de sodio y etanol)	Moderado	Observar la descomposición térmica y formación de carbono	Impresionarse al ver aparecer y crecer a la "mamba negra".

Luz de bengala (cinta de magnesio)	Mode-rado	Observar la combustión con formación de luz.	Emocionarse al ver la luz brillante que produce el magnesio al combustionar.

Aunque las reacciones fueran de bajo riesgo, se les proporcionó a los niños una bata de laboratorio, gafas de seguridad y guantes de nitrilo. Además, se entregó a los niños material didáctico (fig. 1), si bien no todos sabían leer, se les hizo el comentario de comentarlo con sus padres. Como se mencionó, todas las actividades fueron acompañadas por estudiantes de las carreras de Química, Bioprocesos o Enseñanza de las Ciencias (fig. 2). Se priorizó la atención personalizada: un estudiante por cada niño o pareja de niños, y atención especial en casos como niños muy pequeños o neurodivergentes. Por ejemplo, se brindó acompañamiento especializado a un niño con diagnóstico de Asperger por parte de una estudiante con esa misma condición.

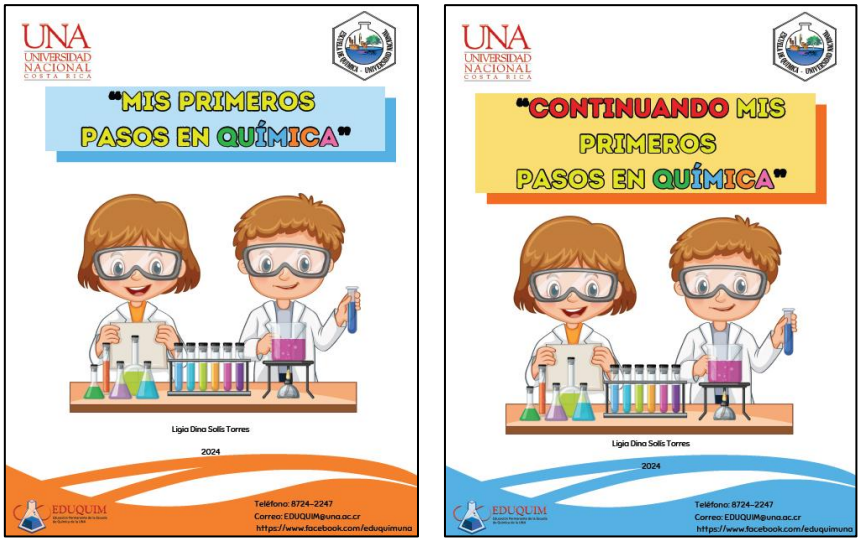


Figura. 1. Portadas del material didáctico entregado a los niños.

El desarrollo de las actividades se transmitió por videollamada a una sala en la cual los padres o encargados esperaban a sus hijos. Esto permitió que la actividad desarrollara los objetivos de aprendizaje y lúdicos de forma indirecta también en ellos.

3. Resultados y discusión

Los talleres generaron un alto nivel de entusiasmo y participación. Las reacciones visuales permitieron captar la atención de las niñas y niños, fomentando la curiosidad científica. Al realizar experimentos de forma directa o asistida, los participantes pudieron comprender fenómenos químicos simples y distinguir entre ciencia y magia.

Se destacó la importancia del acompañamiento personalizado, que permitió adaptar la experiencia a las necesidades individuales. La participación de estudiantes

universitarios facilitó un ambiente de aprendizaje horizontal y cercano. Además, el proyecto permitió a los asistentes universitarios desarrollar habilidades de divulgación, comunicación y acompañamiento infantil (fig. 2)

Figura. 2. Parte del equipo de estudiantes universitarios de apoyo.

La participación de los niños (fig. 3) y las reacciones a los experimentos desarrollados evidencian el cumplimiento de los objetivos lúdicos. Los objetivos de aprendizaje son difíciles de medir, sin embargo, se ha despertado el interés y con ello se cumple el objetivo principal del proyecto.

Figura. 3. Niños desarrollando el globo que se infla solo y observando la mamba negra.

Los comentarios de los responsables de los participantes fueron positivos, señalando el entusiasmo con el que los niños compartían lo aprendido. También se observaron mejoras en el interés por las ciencias después del taller, lo cual valida el impacto del enfoque lúdico y vivencial como estrategia educativa.

Mis primeros pasos en química es un proyecto que va a seguir y ahora será acompañado el proyecto hermano "Sé un átomo brillante" que busca llevar actividades similares a niños en situación de riesgo social.

El proyecto ha permitido atender a un total de 63 personas hasta el momento, con edades desde los 4 hasta los 16 años (fig 4.). Ha participado un 58% de hombres y un 32 % de mujeres notándose aun una pequeña brecha de género en la participación que se aumenta al analizar que las personas responsables de llevar a los niños al taller fue de 78% de mujeres contra un 22% de hombres.

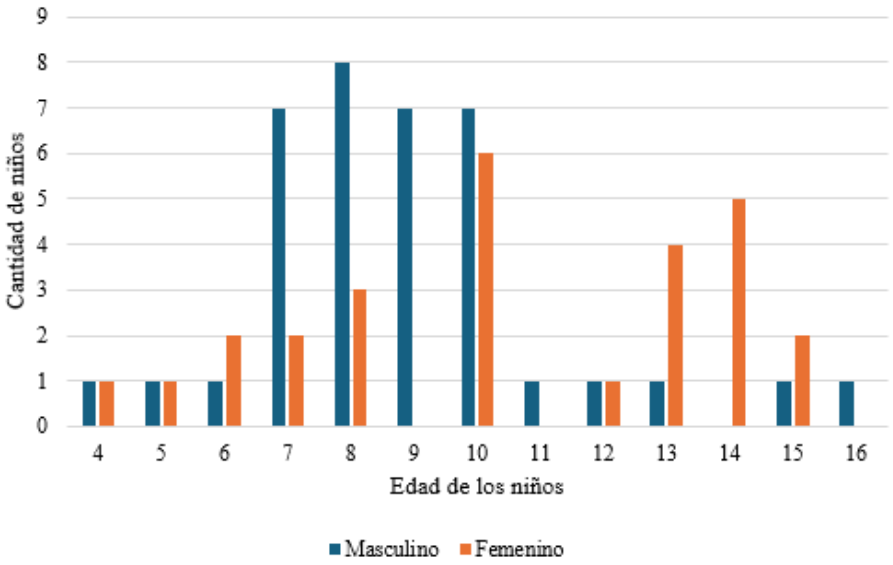


Figura. 4. Población que ha participado de Mis primeros pasos en quimica.

4. Conclusiones

El proyecto *Mis Primeros Pasos en Química* evidenció la efectividad de los talleres prácticos y visuales como herramienta de acercamiento a la ciencia en edades tempranas. La combinación de reacciones simples, materiales seguros y acompañamiento personalizado acompañado de un contenido lúdico resultaron clave para captar la atención de los niños, despertar su curiosidad y promover una comprensión básica del quehacer científico.

Además, se demostró que es posible incluir públicos diversos, incluyendo niños con condiciones específicas, si se cuenta con el apoyo adecuado. El modelo se perfila como una propuesta replicable y adaptable a diferentes contextos educativos, con el potencial de fomentar vocaciones científicas desde etapas tempranas de la vida.

Si bien es cierto es pronto para concluir que el impacto será positivo en la atracción de futuros profesionales en química también es cierto que ahora desde una muy temprana edad conocen esa opción y les resultó atractiva.

5. Referencias

[1] Hornsey, M. J., Harris, E. A., & Fielding, K. S. (2020). The psychological roots of anti-vaccination attitudes: A 24-nation investigation. *Health Psychology, 39*(4), 302–311. https://doi.org/10.1037/hea0000856

[2] The Lancet. (2021). COVID-19 vaccines: the pandemic will not end overnight. *The Lancet, 397*(10268), 881. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00525-3

[3] Fedele, M., García-Muñoz, N., & Prado, E. (2022). Youth, influencers and social media: Identity construction and professional aspirations. *Comunicar, 30*(71), 49–58. https://doi.org/10.3916/C71-2022-04

[4] J. Hidalgo Navarrete, S. De La Blanca De La Paz y C. Burgos Bolós, «METODOLOGÍAS ACTIVAS Y APRENDIZAJE DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA:,» *International Humanities Review / Revista Internacional de Humanidades,* pp. 2-8, 2023.

Gestión de Residuos Químicos en la Escuela de Química de la Universidad Nacional

Ligia Solis-Torres[1], Silvia Solano-Castro[1], David Barrantes-Cerdas[1], German Zárate-Montero[1], Luis Zárate-Montero[2], María Fabiola Amey-Monge[1], Alina Ramírez-Solís[1], Luis Daniel Benavides-Meléndez[1], Franklin Leonel Orellana-García[1], Michelle Padilla-Fernández[1], Maikol Rojas-García[1], Yarelin Guzmán Castro[1]

[1] Escuela de Química. Universidad Nacional (Costa Rica)
ligia.solis.torres@una.cr; silvia.solano.castro@una.cr; david.barrantes.cerdas@una.cr; german.zarate.montero@una.cr; maria.amey.monge@una.cr; alina.ramirez.solis@est.una.ac.cr; luis.benavides.melendez@est.una.ac.cr; franklin.orellana.garcia@est.una.ac.cr; michelle.padilla.fernandez@est.una.ac.cr; maikol.rojas.garcia@est.una.ac.cr; yarelin.guzman.castro@est.una.ac.cr

[2] Solvo (Costa Rica)
info@solvosoft.com

Resumen. Esta ponencia describe la implementación del Sistema de Gestión de Residuos Químicos en la Escuela de Química de la Universidad Nacional, en respuesta a la necesidad de reducir el impacto ambiental de los residuos generados en prácticas de laboratorio. El sistema incluye diversas etapas que ha resultado clave en el proceso, desde la información, la recolección, el transporte hasta el tratamiento y disposición final. Los datos revelan un aumento en la generación de residuos en 2024, atribuido al crecimiento de la matrícula en carreras STEM, y una mejoría de los reportes por parte del estudiantado. A pesar de ese crecimiento, la robustez del sistema permitió realizar la adecuada gestión sin ningún problema. El sistema también ha sido replicado en otras sedes, promoviendo una cultura institucional de responsabilidad ambiental. Este enfoque integral ha demostrado ser eficaz para educar, optimizar procesos y fomentar prácticas científicas responsables.

Palabras clave: Residuos peligrosos. Educación ambiental. Química. Segregación. Organilab.

1. Introducción

Cada vez que se realiza un experimento en los laboratorios de química, se generan residuos químicos que, tradicionalmente, eran desechados directamente en las pilas de los laboratorios. Esta práctica resultaba en el traslado de dichos residuos hacia cuerpos de agua o plantas de tratamiento, lo cual generaba impactos negativos: desde la descomposición de las bacterias encargadas del tratamiento de aguas hasta la contaminación directa de ecosistemas acuáticos.

Las universidades han sido conscientes de esta situación y han desarrollado sus sistemas de gestión tal y como lo [1]

Conscientes de esta problemática, la Escuela de Química de la Universidad Nacional ha desarrollado, desde hace varios años, una iniciativa institucional impulsada por diversos profesionales del área. Esta ha culminado en la consolidación de un Módulo de Gestión de Residuos Químicos, cuyo objetivo principal es brindar un tratamiento adecuado a los residuos generados durante las prácticas de laboratorio, minimizando así su impacto ambiental y los riesgos a la salud humana.

En respaldo a esta iniciativa, el Módulo ha sido presentado en congresos nacionales de química [2] [3] y ciencias ambientales [4], visibilizando sus avances en la prevención de la contaminación ambiental y en la formación científica responsable. Esta experiencia se ha consolidado como una herramienta formativa transversal dentro del quehacer académico de la Escuela de Química.

2. Materiales y métodos

Como parte del fortalecimiento del Módulo de Gestión de Residuos Químicos, se han desarrollado materiales que facilitan tanto la educación como la correcta segregación y trazabilidad de los residuos:

- Material audiovisual: explica de forma clara el proceso de segregación de residuos químicos (Fig. 1).
- Hojas de seguridad: indican el número de segregación correspondiente a cada residuo, partiendo de la etiqueta del reactivo original. (Fig. 2)
- Hoja de cálculo compartida (Google Excel): para la recolección de datos sobre residuos generados.
- Uso de la plataforma Organilab: permite registrar residuos, generar códigos QR únicos para los recipientes, y dar trazabilidad desde el momento de generación hasta su disposición final. (Fig. 3)

Fig. 1. Ejemplo del material didáctico entregado a los estudiantes.

El sistema se ha apoyado también en la Regencia Química Institucional de la Universidad y en una empresa externa encargada de la disposición segura de residuos peligrosos. Este proceso se implementa en los laboratorios de docencia con el apoyo directo de asistentes y con formación continua al estudiantado.

Fig. 2. Ejemplo de hojas de seguridad disponibles en línea para los estudiantes.

Fig. 3. Resultados obtenidos de la plataforma Organilab reportadas por los estudiantes.

3. Resultados y discusión

El desarrollo del módulo ha generado una mejora sustancial en la gestión y control de los residuos de laboratorio. En la Figura 4, se observa el incremento en la cantidad de residuos registrados en los años 2022, 2023 y 2024. Este aumento, lejos de representar un retroceso, responde al crecimiento en la matrícula en carreras STEM, luego de una decisión institucional de ampliar el cupo estudiantil y lejos de ser un indicador negativo, este aumento pone a prueba y valida la escalabilidad y estabilidad del Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos (ver figura 5). A pesar del incremento en la cantidad de residuos, el sistema ha sido capaz de seguir garantizando una correcta segregación, trazabilidad y disposición final, gracias al uso integrado de herramientas como las hojas de seguridad, el material audiovisual, la base de datos compartida y la plataforma Organilab.

Este crecimiento también permitió evaluar la capacidad de respuesta del sistema frente a una carga operativa mayor, lo cual constituye un insumo importante para futuras mejoras. Asimismo, permitió continuar sensibilizando a un número mayor de estudiantes sobre la importancia de la gestión de residuos, no solo como una obligación académica, sino como un compromiso ético con el entorno.

Gracias a la plataforma Organilab, se ha evidenciado un cambio significativo en el comportamiento del estudiantado: mientras que en años anteriores se reportaban residuos de manera imprecisa (“beaker de 50 mL”), actualmente los registros son más específicos (“300 mL de ácidos y sales inorgánicas”), reflejando un avance en la apropiación del sistema.

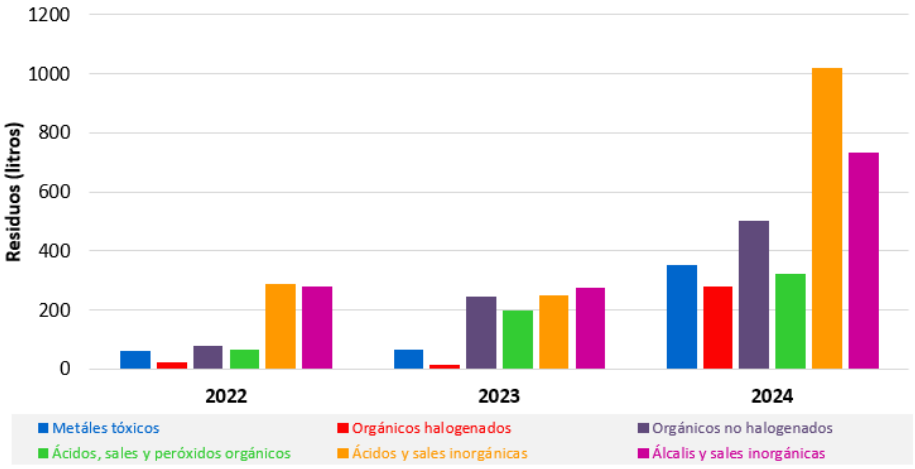


Fig. 4. Residuos generados en los laboratorios de la Escuela de Química.

Uno de los logros más significativos del Módulo de Gestión de Residuos Químicos ha sido la construcción de una cultura institucional en torno a la gestión responsable de residuos, no solo entre el estudiantado, sino también entre el personal académico y técnico de la Escuela de Química. El impacto no ha sido exclusivo del estudiantado. Los docentes y profesionales de la Escuela han adoptado el sistema y están al día conforme al cronograma de recolección establecido, lo que demuestra un cambio cultural positivo. En algunos cursos, el reporte de residuos es obligatorio dentro de la libreta de laboratorio, integrándose formalmente al proceso formativo.

El hecho de que los recipientes con residuos estén preparados en la fecha exacta, y que el personal espere activamente la recolección, refleja una apropiación efectiva del proceso. Este cambio de comportamiento evidencia que el Módulo ha cumplido no solo una función técnica, sino también pedagógica y transformadora, impactando la manera en que se percibe y se maneja la química desde una perspectiva ambientalmente responsable.

Además, el material educativo ha comenzado a ser utilizado en otras sedes regionales, lo que permite avanzar hacia una gestión integrada de residuos en toda la Universidad. Así, la experiencia de la Escuela de Química muestra que una iniciativa bien estructurada, acompañada de herramientas educativas y tecnológicas pertinentes, puede lograr cambios profundos en los hábitos institucionales, promoviendo una ciencia más consciente y comprometida con su entorno.

Fig. 5. Sistema de Gestión de Residuos Químicos.

Otro importante logro es la recolección del 100% de los residuos generados en los laboratorios de la Escuela de Química. Se han generado calendarios (Fig. 6) de recolección que permiten trabajar con el total de laboratorios que la Escuela tiene garantizando el 100% de la recolección.

Fig. 6. Calendario de recolección.

4. Conclusiones

El Módulo de Gestión de Residuos Químicos de la Escuela de Química representa una iniciativa consolidada que ha permitido avanzar hacia una cultura científica más consciente, técnica y responsable con el ambiente. La implementación de recursos como hojas de seguridad, materiales audiovisuales, trazabilidad digital y plataformas de registro ha posibilitado no solo una mejora operativa en el manejo de residuos, sino también una transformación educativa con impacto institucional.

La evolución en la precisión de los reportes estudiantiles, el involucramiento activo del cuerpo docente y técnico, así como la replicabilidad del modelo en sedes regionales, son evidencia de que la estrategia ha sido efectiva, adaptable y escalable. La apropiación colectiva del proceso demuestra que la gestión de residuos puede ser también una vía para formar profesionales comprometidos con la sostenibilidad y con el ejercicio ético de la ciencia.

5. Referencias

[1] Z. M. Magriotis, A. A. Saczk, H. M. Ribeiro Salgado y I. A. Rosa, «CHEMICAL WASTE MANAGEMENT IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS,» *Journal of Environmental Science and Sustainable Development,* vol. 4, nº 1, pp. 160-176, 2021.

[2] Ligia Dina Solís-Torres, José Ángel Rodríguez-Corrales; Silvia Solano-Castro, Tatiana Saldaña-Molina, Jihad Sasa-Marín, David Barrantes-Cerdas, *GESTIÓN DE RESIDUOS QUIMICOS EN LABORATORIOS DE DOCENCIA.,* San Pedro, Costa Rica, 2022.

[3] L. Solís-Torres, D. Barrantes Cerdas, S. Solano Castro, J. Vargas Ocampo, T. Saldaña Molina, S. Mora Martínez y C. Ramírez Ugalde, *Design of a Chemical Waste Management Program,* Heredia, Costa Rica, 2024.

[4] Ligia Solis Torres, Silvia Solano Castro, David Barrantes Cerdas, German Zá-rate Montero, María Fabiola Amey Monge, Alina Ramírez Solís, Luis Daniel Be-navides Meléndez, Franklin Leonel Orellana-García, Michelle Padilla Fernández, Maikol Rojas García, Carlos Ramírez Ugalde., *Gestión de Residuos Químicos Peligrosos en la Universidad Nacional,* Heredia, Costa Rica, 2025.

Formación en Derechos Humanos para la autonomía indígena por medio del Emprendimiento y la innovación en el colegio de Chinakichá, Talamanca

Cynthia López Valerio[1]

[1] Escuela de Computación, Instituto Tecnológico de Costa Rica
cylopez@itcr.ac.cr

Resumen. Este artículo muestra el diagnóstico realizado con las personas estudiantes del Liceo de Chinakichá dirigido a caracterizarles, conocer sus intereses y conocimientos acerca de los derechos humanos, habilidades blandas, inteligencia emocional, la autonomía indígena y alternativas de producción. Se aplicó un instrumento a 35 personas, de las que el 51,4 eran mujeres y el 48,6 % hombres de edades de 11 a 20 años que cursan desde sétimo a undécimo año del colegio. Las personas estudiantes vienen de diferentes comunidades alrededor de Chinakichá. Se aplico investigación cualitativa descriptiva para conocer sus entornos y se plantea que por medio del emprendimiento y la innovación ellos puedan desarrollar sus conocimientos y habilidades esenciales. Finalmente se muestran las conclusiones respectivas y la investigación futura.

Palabras clave: Derechos Humanos, Emprendimiento, Innovación, autonomía indígena, habilidades blandas.

1. Introducción

El objetivo del desarrollo sostenible 4 sobre Educación de Calidad y el objetivo 8 sobre trabajo decente y crecimiento económico hacen un llamado para promover oportunidades de aprendizaje y empleo permanente considerando que existen personas jóvenes y adolescentes que se encuentran fuera del sistema educativo formal y no formal por lo que dificulta la inserción de estas personas en alternativas de producción. A solicitud del Liceo Rural de Chinakichá, en el territorio indígena Cabécar, junto con la asociación de Desarrollo indígena, ADITICA,[1], se realiza el proceso de capacitación en el colegio para la prevención de la violencia, la garantía de los derechos humanos y la gestión de emprendimientos, como medida para enfrentar las problemáticas existentes en los ámbitos sociales, culturales y económicas de la comunidad de Chinakichá. El resultado es una propuesta para la generación de alternativas productivas acorde a la comunidad y la cultura indígena cabécar basada en los semilleros de Emprendimiento e Innovación, utilizando acción participativa junto con los enfoques feministas, de juventudes y con técnicas de educación no formal se trabajará en un diagnóstico comunitario sobre los intereses que tienen para subsistir las personas jóvenes, hombres y mujeres en sus territorios, además de identificar los problemas de su entorno y buscar soluciones para resolverlos. Este trabajo se orientó en el trabajo de Juventudes, territorios y cosmovisión facilitándoles una formación en Derechos Humanos para la autonomía indígena por medio del emprendimiento y la innovación en Chinakichá, Talamanca. Se hace un llamado para promover oportunidades de aprendizaje por lo que dificulta la inserción de estos. [3]

2. Contenido

El cantón de Talamanca, según MIDEPLAN, 20211 a partir de los índices sociodemográficos, la población de 0-19 años representa la mayoría de población (39,84%) además: "posee un valor en el IDS de 0,00, el cual lo ubicó en la posición 82 del total de cantones del país. Presenta valores menores a los promedios cantonales para las 5 dimensiones del IDS. Los valores promedios cantonales para estas dimensiones son Educación 0,00, Seguridad 71,87, Económico 33,33, Participación 46,42 y Salud 58,63" (MIDEPLAN, 2021:168) [4].La problemática atendida fue la existencia de un alto abandono escolar, la falta de organización comunitaria y la posibilidad de gestar alternativas productivas en la comunidad de Chinakichá con las personas estudiantes del Liceo Rural de Chinakichá prevención de la violencia, la garantía de los derechos humanos y la gestión de emprendimientos, como medida para enfrentar las problemáticas existentes en los ámbitos sociales, culturales y económicas de la comunidad utilizando técnicas de investigación-acción participativa junto con los enfoques feministas, de juventudes y con técnicas de educación no formal para la promoción de espacios de reflexión comunitarios.

2.1 Propósito u objetivo:

Capacitar a las personas jóvenes indígenas del Liceo Rural de Chinakichá, en Talamanca en habilidades para la vida a través del emprendimiento, [5], fortaleciendo sus destrezas sociales y comunitarias. Los procesos formativos y de capacitación, se darán a lo interno del Liceo de Chinakichá, con el fin de apoyar a que las personas se mantengan en la educación formal, actualmente, muchas jóvenes, salen del sistema educativo porque no ven otras alternativas económicas. [2].

La comunidad de Chinakichá esta carente de un diagnóstico comunitario sobre los intereses de las personas jóvenes en alternativas de producción, trabajo de formación y posibles soluciones para resolver problemas de su entorno de modo que puedan aplicarlos y luego transferirlos a sus generaciones para su desarrollo comunitario. La consecución de los productos propuestos se muestra como una solución específica para el fortalecimiento de las habilidades de la comunidad estudiantil y como a través de ella se pueden lograr conocimientos que apoyen en su entorno como herramientas para resolver sus problemas económicos, sociales y proponer soluciones innovadoras que los ayuden a emprender y crear sus propios ecosistemas.

2.2 Los materiales y métodos:

El tipo de investigación es descriptiva de tipo exploratorio con un total de aplicación a toda la población del Liceo que son 44 estudiantes matriculados y 36 los que respondieron el instrumento. El diagnóstico realizado con las personas estudiantes del Liceo de Chinakichá estaba dirigido a caracterizarles, conocer sus intereses y conocimientos acerca de los derechos humanos, habilidades blandas, inteligencia emocional, la autonomía indígena y alternativas de producción. Se aplicó un instrumento a 35 personas, de las que el 51,4% eran mujeres y el 48,6 % hombres de edades de 11 a 20 años que cursan desde sétimo a undécimo año del colegio.

2.3 Estrategia de abordaje:
La estrategia se enfocó en 4 fases las cuales se describen a continuación:

FASE 1: Diagnóstico participativo comunitario: Se busca la definición de problemas y posibles soluciones con la comunidad, el liceo y las asociaciones. Técnicas: Revisión bibliográfica, entrevistas a profundidad, mapeo de actores, diagnóstico participativo, donde la comunidad y las asociaciones guiarán el proceso.
Producto: Documento del Diagnóstico comunitario realizado.

FASE 2: Procesos de capacitación sobre habilidades sociales: entre ellas el liderazgo, comunicación, trabajo en equipo, resolución de conflicto, vida saludable, trabajo comunitario, emprendimientos, Investigación acción, gestión de proyectos, plan de vida. Técnicas: utilizar talleres participativos y metodologías activas. Producto: Proceso de capacitación realizado y sistematizado.

FASE 3: Procesos participativos para la generación de emprendimientos como alternativas de producción. Técnicas: Talleres participativos, metodologías activas, encuentro de intercambios de experiencias, procesos de gestión y planificación de las actividades del proyecto. Producto: Procesos participativos realizado y propuesta presentada.

FASE 4: Divulgación y rendición de cuentas. Técnicas: Divulgación de resultados en la comunidad. Producto: documento de la divulgación de resultados.

3. Los resultados

Los resultados están enfocados en la percepción de la población hacia los derechos humanos, habilidades blandas y la autonomía indígena. [6]
3.1 Derechos Humanos: Acerca de los derechos humanos, un 65,7%, de las personas no saben cuáles son los derechos específicos de las personas jóvenes, ni se pregunta por los derechos humanos en general, 10 personas mencionan no saber.

Los derechos humanos más mencionados por las personas jóvenes son el derecho a la educación, a tener un hogar, a la salud, a vivir libre de violencia, a votar, a la vida, a la recreación y a la libertad. Si bien es cierto, no pueden dar una definición específica sobre que es un derecho, se puede ver que existe una percepción general sobre los derechos que tienen.

Ante la valoración que se realizó sobre la importante de los derechos humanos señalaron lo siguiente:

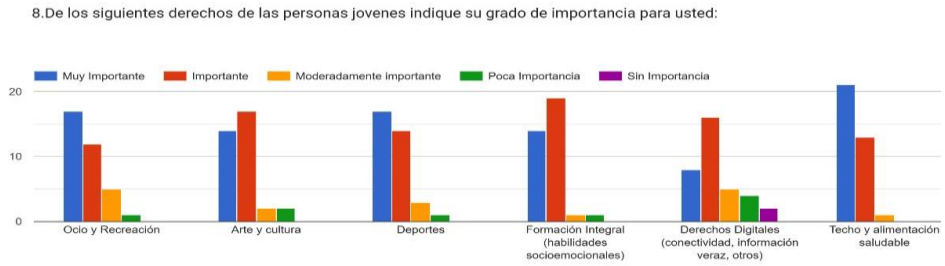


Fig. 1. Gráfico de los derechos de las personas jóvenes

los derechos digitales, debido a los problemas de conectividad y acceso son los considerados menos importantes, ya que solo 8 personas consideraron que eran importantes. Y fue, el único grupo de derechos que se señaló como sin importante por parte de dos personas. [7]. El tema que se considera como muy importante fue la prevención de la violencia contra las mujeres (16 personas).Lo que evidencia una necesidad de abordar las temáticas vinculadas a las sexualidades, seguido por el apoyo entre mujeres, la prevención de la violencia contra las mujeres y los roles, estereotipos y mitos de género respectivamente.

.

3.2 Autonomía Indígena

Acerca de los derechos humanos, se logra identificar un conocimiento sobre lo que implica ser y pertenecer a una cultura indígena, pero si se realizan esfuerzos para profundizar, existen algunos vacíos. Sin embargo, esto también puede ser producto del lenguaje utilizado en el instrumento. [8]. De las 35 personas entrevistas, 21 personas manifestaron no saber que era la autonomía indígena, sin embargo, cuando se preguntaba sobre ejemplos de cómo se expresa, las personas hacían alusión a las formas de cómo se siembra, las costumbres gastronómicas, el conocimiento sobre la cultura indígena, la lengua cabécar, el derecho de pertenecer a un clan, así como las costumbres y tradiciones de las personas indígenas.

3.3 Habilidades para la vida

La reacción más común frente al enojo es aislarse, seguido de la posibilidad de relajarse o tranquilizarse, pero siempre de forma solitaria, solo una persona señaló reaccionar frente al enojo, ya que las demás hacían alusión a alejarse y dejarlo pasar. Existe una perspectiva que se debe respetar las diferencias y muchas veces ese respeto se traduce en no decir las diferencias u opiniones propias. [9]

3.4 Recreación

La principal actividad es jugar futbol tanto para hombres como mujeres, seguido de leer y escribir, ver televisión, videos o series, estar en familia y escuchar música. Esta es la respuesta que tuvo mayor diversidad de opciones, por lo que las personas tienen muchas actividades recreativas. Hay tres personas que señalaron pasar tiempo con el bebe o la familia, por lo que se evidencia de que hay estudiantes que ya son padres o madres.

4. Conclusiones

Al finalizar, este primer acercamiento a las personas estudiantes del Liceo Rural de Chinakichá evidencia la necesidad de realizar los procesos de capacitación básica en derechos humanos, habilidades para la vida, y sentar las bases para empezar en diferentes alternativas de producción que permitan la integración socioeconómica de estas personas. [10]. Hay vacíos sobre la gestión comunitaria por parte de otras personas, pese a la presencia de grupos organizados en los territorios indígenas cabécar. Lo que respalda, la realización de los encuentros indígenas comunitarios. [11].

5. Referencias

[1] ADITICA (2018). Comité deporte y recreación. Talamanca

[2] Alarcón, S y Queralt, L (2016) Informe Final de la Iniciativa "Fortalecimiento de capacidades socio organizativas en territorios Bribri y Cabecar para la defensa de los derechos y la sostenibilidad de los proyectos grupales desde una perspectiva intercultural" Programa de Regionalización Interuniversitaria, TEC. 47

[3] Castro, O. (2020). Desafíos de la acción y la extensión social entre universidades e indígenas Bribri en Ditsö Kâ (Talamanca), Costa Rica. *Trama, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades.*, *9*(1), 133-169.

[4] Fernández-Martín, T., & Kozmann-Rodríguez, A. P. (2020). Ciencia y Tecnología aplicada: el TEC marcando tendencias al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las metas de la Agenda 2030.

[5] González, A. M. M., Urdaneta, G. A. U., Mandón, C. A. G., & Pabón, R. M. (2023). Emprendimiento social en clave intercultural: la voz de la población indígena arhuaco. Revista de Filosofia (Venezuela), (103), 202-222.

[6] Huanacuni, F (2010). Buen Vivir/Vivir Bien: Filosofía, políticas, estrategias y experiencias regionales andinas. Coordinadora andina de organizaciones indígenas-CAOI. Recuperado de http://www.reflectiongroup.org/stuff/vivir-bien

[7] Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G. 2681-P/Rev. 3), Santiago.

[8] Salas G., & Juarez, L. (2018). Hacia un modelo de desarrollo rural integral sustentable basado en la sociedad del conocimiento. Revista Espacios, 39(53).

[9] Salazar, L.; Souza, J.; Cheaz, J.; et al (2001). La dimensión de participación en la construcción institucional. Serie Innovación para la sociedad Institucional. San José, Costa Rica: Proyecto IS-NAR "Nuevo Paradigma".

[10] Valerio, C. (2022). Modelo de investigación-acción que se centra en la innovación y el aprendizaje activo mediante el uso de herramientas activas. In Innovación Docente e Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura: Experiencias de cambio

[11] Valerio, C (2021) "Hotbeds of Active Research as a tool to facilitate Entrepreneurship and Innovation during the COVID-19 Pandemic: The perspective from a pilot plan," 2021 XI International Conference on Virtual Campus (JICV), Salamanca, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/JICV53222.2021.9600371.

Libremente ciencia: un caso de alfabetización científica fuera del aula

Brenda Gabriela Ponce[1], María Ximena Erice[2], Fernanda Marysol Olivera[3]; María Florencia Alvarez[4]; Lilia Dubini[5;]

[1 3 4] Centro del Desarrollo del Pensamiento Científico en Niños y Adolescentes. Universidad Nacional de Cuyo Mendoza Argentina
poncebgabriela@gmail.com;

oliveramarysol365@gmail.com;

florci870@hotmail.com;

[2 5] Instituto de Ciencias Tecnología y Creatividad en educación. Facultad de Educación. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza Argentina
ximenarice@gmail.com;
ldubini@gmail.com;

Resumen. En esta ponencia queremos compartir una experiencia de educación no formal, llevada a cabo por el Centro del desarrollo del pensamiento científico en niños y adolescentes-RECREO- dependiente de la Secretaría Académica de Rectorado de la Universidad Nacional de Cuyo, en forma conjunta con la Facultad de Educación y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNCUYO, en Mendoza República Argentina. Es una experiencia de alfabetización científica fuera del aula, siendo talleres que desarrollan experiencias lúdicas y científicas, en los cuales deben resolver problemas a través de una práctica experimental y desde allí poder explicarla desde los marcos teóricos científicos que la sustentan. Estos talleres están dirigidos a niños y adolescentes desde 7 a 14 años, se realizan los días sábados, la participación es gratuita y libre. Estos talleres tienen como objetivo principal promover el interés por la ciencia que da explicaciones a fenómenos cotidianos y desde esto poder despertar vocaciones. Los talleres están a cargo de docentes y estudiantes avanzados de las carreras afines que adoptan la metodología por indagación promoviendo la alfabetización científica. Durante los 15 años de ejecución de este programa hemos tenido una participación muy amplia y con una reincidencia del 45 % de los participantes, lo que indica que ha cumplido con sus objetivos.

Palabras clave: Prácticas Experimentales. Alfabetización científica. Prácticas Lúdicas. Socialización de la ciencia.

1. Introducción

Desde el Centro del Desarrollo del Pensamiento Científico en Niños y Adolescentes -RECREO- en forma conjunta con la Facultad de Educación y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales dependiente de la UNCuyo, se lleva a cabo desde hace 15 años un programa de alfabetización científica, en un contexto no formal.

Los talleres se proponen para los sábados en la mañana, día y horario fuera del ámbito escolar. Para el diseño de las actividades, se toma como marco teórico criterios donde la alfabetización científica propone trabajar en el aula o fuera de ella, generando situaciones de enseñanza que recuperen las ideas y experiencias de los/as participantes ante los fenómenos naturales. La idea es que repregunten sobre ellos y elaboren nuevas explicaciones, utilizando modelos producidos por la cultura científica actual. En términos procedimentales, además de una construcción progresiva de conceptos/modelos de las diferentes ciencias, la alfabetización buscada es simultáneamente un proceso de enculturación científica a partir de actividades de valoración y promoción científicas. En el aula la enculturación se traduce en tareas planificadas y luego puestas en marcha en conexión (real o virtual) con el mundo circundante a través de salidas, profesionales que visitan la escuela, pequeñas investigaciones en museos e instituciones científicas, entre otras. [1]. Estas actividades se llevan a cabo fuera del aula con un planteamiento similar a como debería ser en el aula y cuentan con un factor muy importante que es la motivación personal y entre los actores ocultos que acompañan esa alfabetización se hallan científicos (investigadores y técnicos), comunicadores sociales y operadores socioculturales, quienes aportan nuevos escenarios para la apropiación social de la ciencia.

Al planificar actividades que promuevan la alfabetización científica se deben tener en cuenta algunos indicadores [1], que se referencian a las capacidades de los participantes, entre ellos se pueden citar los siguientes, que:

- Resuelvan (o intentan resolver) problemas de diversa índole (tecnológicos, sociales, ambientales, etc.) y comiencen a tomar decisiones en base a los conocimientos adquiridos;
- Apropien y apliquen adecuadamente conceptos derivados de la ciencia a aprender;
- Utilicen y/o busquen utilizar procedimientos de la investigación científica;
- Identifiquen y aprecien las interrelaciones y propósitos de la ciencia y la tecnología y, en particular, atienden a sus impactos sobre la sociedad y el ambiente.

Las responsables del proyecto evalúan las actividades teniendo en cuenta estos indicadores, como así también la asistencia a los talleres y la reincidencia de los participantes, es decir aquellos que se han inscripto dos años seguidos.

2. Diseño e implementación de los talleres

El programa llamado Libremente Ciencia se plantea en formato taller de experiencias lúdicas que dan explicación a hechos de la vida cercana a los participantes. Tiene como uno de sus objetivos la alfabetización científica para lograr en los niños y adolescentes el desarrollo del pensamiento científico y el juicio crítico, para poder ejercer una ciudadanía responsable y comprometida con el entorno en que cada uno se desenvuelve.

Otros objetivos específicos que tiene el programa son:

- Promover el pensamiento crítico-científico en niños y adolescentes.
- Acompañar la formación de los estudiantes de los profesorados con estrategias de enseñanza.
- Desarrollar actividades recreativas educativas que dan explicación a fenómenos cotidianos.

Los talleres se desarrollan siguiendo el método de enseñanza por indagación STEAM, enfoque pedagógico que integra las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas. Este método de enseñanza promueve en los participantes aprender a través de la observación, experimentación y resolución de problemas, partiendo de situaciones de la vida cotidiana de los participantes o de fenómenos naturales. La metodología STEAM, permite comprender los sucesos del mundo real desde la perspectiva de los científicos, dicha metodología está basada en la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y las habilidades creativas [2]. El objetivo principal de esta metodología es el pensamiento crítico y reflexivo de los estudiantes, por lo cual, se pone énfasis en los conocimientos previos y se le asigna al estudiante un rol activo por medio de la formulación de hipótesis, la construcción de modelos, la indagación y la propuesta de alternativas a las diversas situaciones de su contexto.

Las actividades presentan preguntas abiertas para que cada participante pueda con sus conocimientos previos proponer predicciones/explicaciones (hipótesis) de las posibles respuestas del problema. Luego llevan a cabo las experiencias, previamente organizadas por los tutores los que colaboran en el proceso de la construcción del aprendizaje (conocimiento) y por último comparten entre todos, la experiencia realizada y los resultados obtenidos. De esta manera en conjunto, guiados por el tutor, pueden formular y dar posibles soluciones a las preguntas planteadas en el problema inicial. En esta oportunidad lo logran con el aprendizaje construido por ellos y sus pares y no solamente con sus ideas previas. Las cuales si son correctas son verificadas y potenciadas, sino no son así estás pueden ser reemplazadas por las correctas con fundamento.

El programa por diversos motivos ha tenido cambios en su duración anual, en años anteriores ha durado más de 6 meses, en los dos últimos años su duración ha sido de 4 meses, al finalizar se realiza la socialización de las prácticas, con una exposición realizada íntegramente por los participantes acompañados por sus tutores, para los padres, autoridades y público en general.

Los talleres se organizan en grupos según edades; un primer grupo participantes entre 7 y 8 años, el segundo grupo es de 9 a 11 años y el último de 12 a 14 años. Cada grupo tiene tres tutores, que son egresados o estudiantes de los últimos años de los profesorados de ambas facultades, quienes han participado de una selección previa. Las actividades son supervisadas por docentes investigadores de ambas facultades.
A modo de ejemplo se presenta una de las guías diseñada por los tutores para los participantes:

Tabla 1:Guía diseñada por los autores.

Inicio: Se plantea una situaciòn problema	Carolina y Mateo se fueron de campamento a un bosque. Antes de irse de viaje al campamento tenían que prever y preparar todas las cosas, alimentos, bebidas y ropa de muda que usarán en el lugar de destino. Mateo recordó que por esas casualidades, se quedaba sin agua para bañarse o lavarse las manos, él conocía un método para obtener agua limpia si el agua que tenían disponible estaba sucia. ¿Qué podrían hacer? ¿Cómo podríamos solucionar ese tema? con los materiales que tienen sobre la mesa trataremos de buscar una solución.
Desarrollo: Resolución de actividades experimentales que complemente y colabore con la resolución de la situación problema. Además de realizar un registro.	Disponen de 150 ml de agua sucia en un vaso etiquetado. Una botella de boca ancha, una botella con la tapa agujereada. Algodón. Con estos elementos deberán tratar de solucionar el problema Intercambien ideas de que pueden hacer para limpiar ese agua. Le damos una ayudita. 1. Tapen la botella con su tapa agujereada. Introduzcan el pico de la botella en el frasco de boca ancha. 2. Tomen el algodón y realicen bolitas apretadas. Colócalas en la botella. 3. Luego coloque, cuidadosamente, cada uno de los materiales según un orden propuesto. Es importante que se realicen capas de por lo menos 5 cm cada una. Luego agreguen agua sucia de a poco.
Cierre: Se realizan conclusiones y debate de los resultados.	¿Obtuvieron agua limpia? ¿qué dispositivo armaron? ¿Cuál es el objetivo de ese dispositivo casero? ¿Qué problema resuelve el purificador de agua? ¿Qué efecto tiene el filtro sobre el agua? ¿Será apta para el consumo humano? ¿Pudieron resolver el problema?

3. Resultados. Conclusiones

A través de los 15 años de realización de este programa hemos podido recabar información a través de encuestas realizadas a los padres mediante un formulario on line. A continuación, se presenta un resumen de las preguntas y respuestas obtenidas. Ante la pregunta:

¿Cómo describiría el interés de su hijo/a por la ciencia después del taller? el 69,4% contestó que fue mucho mayor, el 25 % algo mayor y el 5,6 % no observó diferencias.

Desde su perspectiva, ¿cómo fue la actitud de su hijo/a durante el taller? el 72,2% notó a su hijo/a muy interesado/a y participativo/a, mientras que el 27,8 % lo noto interesado/a pero reservado/a.

¿Nota que el taller despertó en su hijo/a alguna curiosidad nueva o ganas de aprender más sobre temas científicos? El 91,7 % de los padres de los participantes observó curiosidad nueva y ganas de aprender sobre ciencias, algunas de las actividades que realizaron en familia luego del taller fueron: buscar videos de experimentos, replicar las experiencias realizada en los talleres, leer y hablar sobre ciencias, descarga y utilización de apps relacionadas a las ciencias, interés por documentales científicos, realizar preguntas sobre procesos la explicación de procesos de la vida cotidiana referido a las ciencias, investigar sobre experimentos, solicitud de regalos relacionados con la ciencia (por ejemplo microscopio), compartir con los amigos y familias, entre otras.

Respecto a los otros indicadores que tienen que ver con sus deseos de seguir indagando, un 90 % de los participantes les solicitaban a los tutores averiguar otros datos que les surgían mientras debatían el tema.

Por último, para los hacedores de estos talleres, el hecho de que un 45 % de los niños y adolescentes se reinscribieran al año siguiente es un indicador que sugiere que a los participantes les interesa la ciencia.

A través de estos talleres y con la participación de los padres se busca que los involucrados en la experiencia recolectan datos, los analicen, discutan y difundan los resultados. El objetivo es fomentar la educación y el interés por la ciencia, así como también aumentar la conciencia sobre temas ambientales motivando a las personas a involucrarse activamente y desarrollar una mayor conciencia ciudadana sobre los temas de las ciencias.

4. Referencias

[1] Monserrat, J., Gutiérrez, G., Zamanillo, A., Delprato, M. F., Gerez Cuevas, N., Bosack, A., Fregona, D. (2017). *La escuela construye aprendizajes: Experiencias y propuestas para la enseñanza de Matemáticas y Ciencias Naturales*.https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RDUUNC_a4f4f288b59ba5ea91768f0183752bc2

[2] Secretaría de Educación Pública. (2022). *Sugerencias metodológicas para el desarrollo de los proyectos educativos* [Material en proceso de edición]. https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2022/12/C3_1-Sugerencias-Metodologicas-proyectos.pdfAnyFlip+9www.slideshare.net+9S

Avances en la implementación del enfoque STEAM

Implementación del enfoque STEAM en el desarrollo de habilidades científicas

María Helena Quijano H.[1]

[1] Escuela de Educación. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Industrial de Santander (Colombia)
mquijano@uis.edu.co

Resumen. El presente artículo describe una experiencia de aula fundamentada en el enfoque STEAM como un factor de motivación hacia las ciencias, y la aplicación de estrategias didácticas de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de habilidades científicas a través de los ejes problémicos de magnitudes y unidades de medida, seres vivos y objetos inertes, sistema de biomoléculas y biotecnología, fuerza y movimiento, como contenido curricular de la actividad académica de Pensamiento científico I, orientada a estudiantes del primer semestre del programa de Licenciatura en educación básica primaria, docentes en formación inicial, de la Universidad Industrial de Santander. El desarrollo de la experiencia de aula se da, desde una perspectiva interdisciplinaria y del aula invertida como metodología; mediada por actividades de gamificación, experiencias básicas de laboratorio, el uso de simuladores PhET y Educaplus y la construcción de modelos de representación.

Palabras clave: Enfoque STEAM. Habilidades científicas. Estrategias didácticas. Interacción grupal.

1. Introducción

En el marco de la actividad académica de Pensamiento científico I, cursada por 36 estudiantes de primer semestre académico de la licenciatura en educación Básica Primaria de la Universidad Industrial de Santander, se ha implementado el enfoque STEAM con la finalidad de lograr en los estudiantes, inicialmente, motivación e interés por la ciencia a través de los ejes problémicos y conceptuales que comprende la actividad académica; el desarrollo de habilidades científicas y dar sentido al uso de los recursos tecnológicos como instrumentos mediadores en el aprendizaje, con los cuales fomentar la creatividad en el diseño de actividades de gamificación, experiencias básicas de laboratorio, el uso de simuladores, la creación de modelos o prototipos que representen situaciones concretas de la cotidianidad en diversos contextos.

El enfoque STEAM, surge como una vertiente de la propuesta integradora de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, STEM, considerados dominios disciplinares en la formación de los estudiantes como respuesta a las necesidades educativas del siglo XXI. Algunas particularidades del enfoque están relacionadas con la resolución de problemas basados en conceptos y procedimientos de la ciencia y las

matemáticas, incorporando estrategias de ingeniería y el uso de la tecnología; es un enfoque integrador de áreas STEM y otras asignaturas curriculares, en el marco de contextos reales [1]. La finalidad es la de promover el aprendizaje a través de la exploración, la asimilación, la aplicación de conceptos y metodologías propios de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas [2]. Se destaca del enfoque STEAM, el desarrollo de la creatividad, el espíritu innovador, el pensamiento crítico, competencias digitales y tecnológicas, el diseño de ingenieria y la contextualización de la ciencia, no obstante, hace falta enfatizar en el desarrollo de competencias artísticas, [3].

El enfoque STEAM, si bien tiene el propósito de articular áreas, también el de situar en contexto problematicas, para lo cual se requiere el posicionamiento de estrategias didácticas que incentiven el interés en la ciencia y las matemáticas, favorezcan la integracion curricular y desarrollen habilidades de cientificas y de razonamiento matemático, como son el aprender a observar los hechos, fenómenos o situaciones habilidades que implican procesos cognitivos y son necesarios en la actividad científica, como inferir, deducir, explicar, presentar evidencias, extrapolar, elaborar analogías o hipótesis, procesos que se incorporan al diseño y a la experimentación [4]. La experimentación es una estrategia motivadora y permite que los estudiantes diseñen diferentes maneras de responder a preguntas acerca del funcionamiento del mundo natural [5].

Es de resaltar que, el enfoque STEAM integra áreas de formación básica, y en un proceso de formación de docentes, plantea, además de la articulación de conocimientos de las áreas estructurales, la articulación de competencias, como el conocimiento teórico y procedimental de la ciencia, considerado base fundamental para la interpretación y propuestas de solución de problemas; creatividad e innovación; diseño y fabricación de modelos. En este sentido, el enfoque traduce una propuesta curricular de interdisciplinariedad, mediada por el arte, la tecnología y la ingeniera, acordes a las características y necesidades de la sociedad actual.

La enseñanza de las ciencias y las matemáticas en la actualidad han de responder a los intereses generacionales, al considerar que los estudiantes están familiarizados con el uso de dispositivos tecnológicos, son creadores y consumidores contenido, jugadores en red, hacen lecturas y escritura de textos cortos o simplificados. Sin embargo, no se puede dejar de lado la importancia del cuerpo conceptual de la ciencia, por lo que, para el desarrollo de habilidades científicas, el docente requiere de un replanteamiento de los modelos de enseñanza tradicionales centrados en la verbalización y exposicion con baja participación de los estudiantes; por el contrario, hoy se hace necesario incluir estrategias didácticas que involucren a los estudiantes con una participación activa, propositiva y de interacción grupal, las cuales se hacen operativas al desarrollar en los procesos de enseñanza y aprendizaje el enfoque STEAM,

Estrategias como la experimentación, la gammificación, es una estategia que implica una reacción emocional provocada por el propio desafío del juego, el feeback y la interaccion que se produce en el proceso de jugar y el resultado cuantificable que se deriva del hecho de jugar [6]. El juego para hacer ciencia, desde las clases de ciencia ha de plantear un reto intelectual, por ejemplo, dar explicaciones, diseñar soluciones a un problema. El juego promueve la autorregulación del aprendizaje y las relaciones sociales propias de la actividad cientifica, el caso de la validación del conocimiento, consensos sociales, recopensa para animar a seguir haciendo ciencia [7]. En lo

relacionado con el uso de simuladores como recursos que apoyan los procesos de enseñanza y aprendizaje, hacen posible la experimentación y comprensión de conceptos de forma interactiva; plantean prácticas innovadoras; facilitan la transferencia de conocimientos a diversas áreas y contextos; conducen a la toma de decisiones; favorece en los estudiantes el aprendizaje autómo y les posibilita vivenciar experiencias significativas en entornos virtuales.

2. Metodología

La experiencia se realiza a través de la metodología aula invertida en la que, inicialmente, los estudiantes realizan lecturas de fundamentación teórica y conceptuales relacionadas con los ejes problémicos e indagación sobre: magnitudes y unidades de medida; seres vivos y objetos inertes; sistema de biomoléculas y biotecnología, y fuerza y movimiento. Estos ejes tienen componente de interdisciplinariedad de las ciencias y la necesidad de una comprensión teórico para ser transferida a situaciones prácticas que expliquen fenómenos de la realidad.

Objetivos
Desarrollar procesos de análisis e interpretación del lenguaje especifico de los ejes mencionados y sus relaciones de interdependencia conceptual, con la elaboración de instrumentos metacognitivos, ejemplo: matriz de análisis, mapas de ideas, líneas de tiempo, creación de modelos, diseño y aplicación de actividades de interacción entre pares. Fomentar habilidades científicas a través de la realización de experimentos con recursos domésticos. Emplear la gamificación en el diseño de juegos y el uso de los simuladores PhET y Educaplus.

Población participante
Participan 36 estudiantes de primer semestre académico que cursan la actividad académica Pensamiento científico I, de la licenciatura en educación Básica Primaria de la Universidad Industrial de Santander.

3. Resultados

Con fines de realizar experiencias domésticas el curso se organiza en siete grupos, cada uno de ellos desarrolla una práctica en el aula de clase; comunican el procedimiento metodológico y experimental, hacen la demostración y explicación de la experiencia y plantean al colectivo preguntas relacionadas con el objeto central del experimento. Como resultados se muestran en la tabla 1, los más significativos como es el caso de soluciones a partir de sustancias comunes de azúcar, sal de cocina, gelatina con sabor, bicarbonato de sodio, utilizando siempre la misma cantidad de soluto e igual volumen de agua; el factor tiempo es la variable para observar las soluciones completas. En la tabla 2, se describe la experiencia de obtención de gas carbónico.

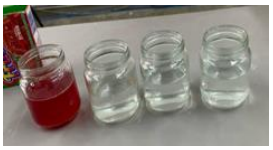
Sustancias	Soluciones y tiempo	
3 gr. de azúcar, sal de cocina, gelatina con sabor, bicarbonato de sodio 50 ml de agua	La solución de bicarbonato de sodio, tardó 17.27 segundos en disolverse. Seguida de la solución de sal de cocina, 24.25 segundos. La solución completa de azúcar se dio a los 47, 48 segundos. Solución parcial de la gelatina con sabor, 90 segundos.	
Razones a las variaciones de tiempo. Los estudiantes lo atribuyen a la textura de las sustancias, a los átomos que las conforman, al carácter ionico del Na^+ y del $(HCO_3)^-$ y del Cl^-. En relación a las soluciones de azúcar y de gelatina. Se disuelve más rápido el azúcar contrario a la gelatina con sabor, porque esta contiene más ingredientes como saborizantes y colorantes.		

Tabla 1. Experiencia soluciones

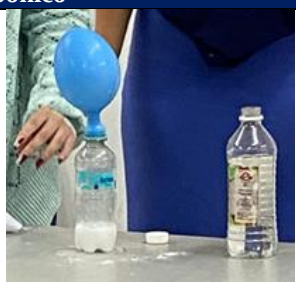
Experiencia obtención de gas carbónico		
El experimento de obtención de gas carbónico a partir de la reacción química entre el bicarbonato de sodio y el vinagre blanco.	Con los detalles de la observación y el resultado de la reacción, se les plantea a los estudiantes, el cómo calcular la cantidad de gas carbónico que se recoge en una bomba de piñata	
Algunos estudiantes sugieren sumergir en agua la bomba que recoge el gas carbónico, esto se demuestra y es imperceptible la cantidad de agua que se desplaza; se utiliza una gramera o balanza de cocina, se coloca la bomba en la base y no arroja ningún valor diferente a 0,0; una estudiante sugiere que se utilice la fórmula para calcular el volumen de la esfera, lo cual daría un valor no preciso.		

Tabla 2. Experiencia de obtención de gas carbónico.

Los experimentos con recursos domésticos constituyen una estrategia que conlleva a una preparación conceptual y procedimental previa, con la finalidad de orientar sistemáticamente la realización de las experiencias y dar participación activa a todos los estudiantes evidenciada en la capacidad de: observar la experiencia de sus pares, exponer sus propios argumentos y hacer uso de conocimientos previos.

La gamificación otra de las estrategias implementada por considerarla pertinente para el desarrollo de habilidades científicas, se efectúa en duplas el diseño de juegos, siguiendo los criterios de: formular preguntas, incluir retos, misiones, recompensas, o niveles; descripción del juego y sus reglas; uso de aplicaciones; interacción grupal, y coevaluación. El resultado de muestra en la tabla 3.

Número de juegos diseñados	Aplicaciones utilizadas
10	Genially
1	Blooket
1	Educaplay
1	Mobbit
1	Minecraft
1	PowerPoint interactivo

Tabla 3. Numero de juegos diseñados y aplicaciones

Con esta estrategia el estudiante aprende en dos vías, inicialmente, al realizar la lectura de los textos de fundamentación relacionados con el eje problémico de seres vivos y sistema de biomoléculas; luego el planteamiento de preguntas y sus respectivas respuestas lo que les brinda claridad y seguridad conceptual al momento de efectuar el juego con otros compañeros de la clase. Significa esto que, los estudiantes al momento de implementar el juego han de saber las respuestas y estar preparados para nuevas preguntas que puedan ser formuladas por los jugadores.

La estrategia muestra creatividad en el diseño, utilización de recursos tecnológicos, interacción dinámica, muy buena comunicación y alta participación. Cada juego fue evaluado por los jugadores o participantes a través de un instrumento de coevaluación que incluye 10 criterios y una escala de valoración cuantitativa de 1.0 a 5.0, además de una reflexión grupal sobre el juego como estrategia para el desarrollo de habilidades de pensamiento y asimilación de conceptos.

Con el simulador PhET los estudiantes analizan, construyen explicaciones, utilizan variaciones de datos cualitativos y cuantitativos dados por el simulador, a la vez que concluyen cada situación que se presenta en el simulador y buscan ejemplos, lo que favorece la explicación y la argumentación científica de las categorías conceptuales de fuerza, movimiento, fricción y aceleración.

En cuanto al uso del simulador Educaplus, inicialmente, los estudiantes de forma individual, realizan el laboratorio de densidad con los recursos que muestra la figura 1. Obtienen datos a partir de los objetos proporcionados, los registran así lo evidencia la tabla 4. Analizan la densidad y exponen razones en cuanto por qué los objetos flotan o se hunden. Pasada la fase de actividad individual se organizan en pequeños grupos de tres integrantes con quienes contrastan los datos y resultados de los cálculos obtenidos, comparten sus explicaciones y elaboran conclusiones grupales relacionadas con la anterior pregunta. Con esta actividad, se reconoce la importancia de interactuar entre pares, encontrar diferencias en las formas de organizar la información, de exponer sus razones, clarificar y así concluir.

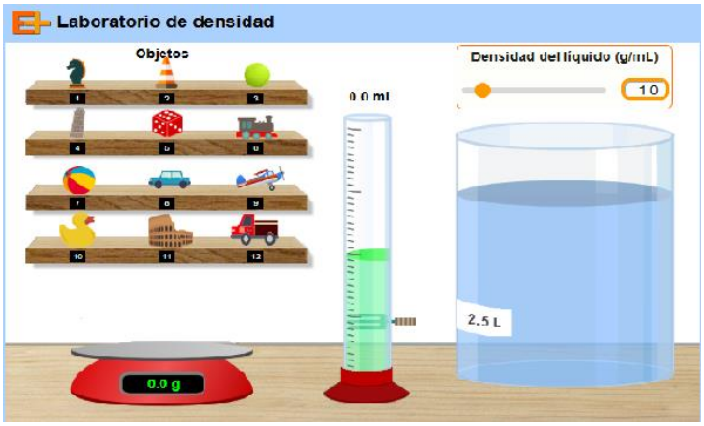


Figura 1. Recursos para el laboratorio de densidad. Imagen tomada de https://www.educaplus.org/game/laboratorio-de-densidad

Objeto	Masa en gramos	Volumen en ml	Densidad g/ml	Flota o se hunde
1	18,7	13	1,44	Se hunde
2	12,4	10,5	1,18	Se hunde
3	40,0	50	0,8	Flota
4	20,2	7,1	2,84	Se hunde
5	8,0	7	1,14	Se hunde
6	79,0	30	2,63	Se hunde
7	2,2	21,4	0,10	Flota
8	34,0	22	1,54	Se hunde
9	111,0	46	2,41	Se hunde
10	13,0	63	0,21	Flota
11	65,0	40	1,62	Se hunde
12	103,0	113	0,91	Flota

Tabla 4. Registro de datos laboratorio de densidad usando el simulador Educaplus.

El uso de éstos simuladores genera interés en los estudiantes, los involucra en un escenario virtual en la realización de actividades de aprendizaje propuestas en las actividades seleccionadas para asimiliar los ejes problémicos.

Los resultados evidenciados con la implementación de las estrategias mencionadas se encuentran que, las de mayor motivación hacia los estudiantes están dadas por las que propician el trabajo colaborativo; éste en términos de habilidades científicas favorece la comunicación, el debate y toma de decisiones, la participación activa, simétrica y de corresponsabilidad por el logro común.

Con las estrategias didácticas empleadas durante el desarrollo del curso, se puede evidenciar la relación STEAM. En aspectos relacionados con ciencia, se expresa en la necesidad de comprender el lenguaje científico, realizar observaciones, plantear preguntas, hacer indagación conceptual, y enriquecer la argumentación. La aplicación

de recursos tecnológicos en el uso de dispositivos móviles, computador, aplicaciones, simuladores PhET y Educaplus, recursos físicos y material reutilizable, pertinentes a los ejes problémicos. El componente de ingeniería, si bien, no es desde el campo de la profesión, en términos cognitivos contribuye a la organización y estructuración mental de las ideas, activa la capacidad creativa de plasmar en esquemas mentales y gráficos los elementos de una situación problémica y propuestas de solución, el diseño de maquetas, modelos de representación y prueba de funcionamiento. En lo referente al arte, se expresa en la capacidad creativa, en la apreciación estética, en la sensibilidad y comunicación, siendo estas las competencias de la educación artística para los niveles de la educación básica y media, se suma a estos el rol del estudiante, en función de creador, receptor y socializador de cada una de las actividades didácticas, según las estrategias.

En cuanto a estrategias de menor motivación y con algún nivel de dificultad expresado por los estudiantes, están las relacionadas con la elaboración de instrumentos metacognitivos y de trabajo individual, asociado a la lectura de los textos de fundamentación teórica y conceptual; lo cual les muestra un conflicto cognitivo generado por ser textos densos, abstractos y el maneja de un lenguaje especializado. Se espera de los estudiantes que al realizar estas lecturas se familiaricen y diferencien la terminología, la interpreten y comprendan el significado. En este sentido, la lectura de textos con lenguaje especializado, demanda mayor disciplina lectora, buena actitud y deseo de querer saber, atención, claridad en ideas y significados previos. A lo anterior, se suman factores como la carga curricular y el poder responder a todas las asignaturas que cursan y que les exige esta actividad, la necesidad de contar con un respaldo, su colega o par para intercambiar ideas, resolver inquietudes y como apoyo emocional.

4. Conclusiones

La realización de experimentos con recursos domésticos, es decir, al alcance de todos los estudiantes, sin ninguna complejidad, muestra que, no siempre se requieren espacios o laboratorios especializados para realizar experimentos que generen curiosidad, capacidad de asombro, planteamiento de hipótesis y distintas perspectivas en la interpretación y explicación de los resultados. Además, se fomentan las habilidades científicas de, observar, contrastar, comparar, medir, comprobar, explicar argumentar, concluir, comunicación, distribución de roles e interacción grupal. Sumado a lo anterior, los estudiantes docentes en formación inicial, una vez que ejerzan la docencia, buscarán soluciones prácticas y experimentales en los contextos escolares de la educación básica primaria, que cuentan con el mínimo de infraestructura, recursos tecnológicos y materiales.

Las estrategias didácticas, mediadoras en la relación STEAM y el desarrollo de habilidades científicas, entre las que se han generado, la formulación de preguntas conceptuales por parte de los estudiantes, a partir de los análisis de textos y las respectivas respuestas correctas y algunas distractoras, para luego configurar en el diseño de la gamificación y en la acción del juego, como una estrategia de síntesis, de comprensión, de autoaprendizaje desde la formulación de las preguntas, y aprendizaje colaborativo en la interacción grupal y la participación al jugar. La puesta en escena del

juego es un espacio que enriquece la discusión y explicación entre pares; de esta manera se deja de lado el azar en las respuestas. Esta estrategia, desde que se plantea es motivadora, sin embargo, se hace énfasis en el juego como una mediación en el aprendizaje, y no, como un recurso entretenido y repetitivo carente de lógica y argumentación.

Teniendo en cuenta que, el enfoque STEAM en su particularidad, es integrador de áreas disciplinares, no obstante, el sentido de éste, se apoya en la implementación de diversas estrategias didácticas que presenten a los estudiantes retos y manifiesten diversas acciones de pensamiento científico.

El uso de simuladores, si bien es atractivo, genera interés de exploración, su importancia didáctica está en recrear fenómenos o situaciones que se vivencian en la realidad, para ser explicados a través del lenguaje especifico de las ciencias, lo cual pone a prueba los saberes previos y la comprensión de conceptos. También, se constituyen en un recurso tecnológico que apoya los procesos de enseñanza y les plantea a los docentes la necesidad de conocimiento y actualización en esta área.

Las estrategias implementadas para hacer énfasis en el enfoque STEAM incluyen actividades individuales, extracurriculares como la lectura de textos, la elaboración de instrumentos metacognitivos, considerados la base preparatoria para la interacción y participación grupal, con esto se destaca el sentido de responsabilidad de cada estudiante, el reconocimiento de sus producciones, valoración de ideas, la clave, es la comunicación efectiva para alcanzar objetivos comunes. Sin embargo, para las estrategias implementadas la conformación de grupos se hizo en algunos casos, aleatoria, utilizando aplicaciones, con esto se evidencia la expectativa de los estudiantes por quiénes serán sus pares de trabajo; en otros casos, fueron los estudiantes quiénes elegían a los integrantes del grupo.

En la evaluación cualitativa de la actividad académica, los estudiantes expresan que, las estrategias didácticas seguidas en el desarrollo del contenido de los ejes problémicos, favorecen la comprensión de los conceptos, encuentran que no están aislados a la cotidianidad, permiten percibir la aplicabilidad en el mundo real. Posibilitan un ambiente de aula libre de tensiones dada la interacción grupal; expresan que la participación individual es limitada, genera inseguridad y temores. Además, la experiencia de aula les muestra una proyección didáctica en el ejercicio de la docencia con una mirada más amplía y diversificada. La socialización de actividades favorece la comunicación y la retroalimentación por parte de los mismos estudiantes y la docente.

El seguimiento al desarrollo de las habilidades científicas se manifiesta en los resultados de aprendizaje a través de pruebas escritas, argumentación oral, en la calidad de las preguntas que formulan, en las acciones prácticas en el aula, por ejemplo, al observar la actitud y el desempeño con el uso de los simuladores y en la sistematización de cada actividad realizada

5. Referencias

[1] Aguilera, D., y Ortiz-Revilla, J. (2021). Educación STEM vs. STEAM y creatividad estudiantil: una revisión sistemática de la literatura. *Ciencias de la Educación*, *11* (7), 331. https://doi.org/10.3390/educsci11070331.

[2] Olvera Martínez, M. del C., Reyes Rodríguez, A. V., Campos Nava, M., Torres Rodríguez, A. A., y Soto Campos, C. A. (2022). El enfoque STEM y el aprendizaje de las matemáticas. Unión - *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 18(66). Recuperado a partir de https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1423
[3] Sanz-Camarero, R. (2023). *Aportes para cambiar el papel de las artes en la educación integrada. Análisis, reflexiones y propuestas didácticas*. Doctorado en Educación, Universidad de Burgos. https://riubu.ubu.es/handle/10259/9045
[4] Jimbo Román, F. M., & Bastidas González, K. A. (2024). Impacto de la educación STEAM en la educación básica: integración interdisciplinaria y evaluación de su efectividad pedagógica. *Sapiens in Education*, 1(2), 13-26. https://revistasapiensec.com/index.php/sapiens_in_education/article/view/25.
[5] Pascual Molina, M. y Zapater Llinares, A. (2024). Proyecto de aprendizaje STEAM en Educación Infantil a través de la Robótica Educativa y los ODS. En López-Meneses, E., Cobos-Sanchiz, D., Molina-García, L., Jaén-Martínez, A., Martín-Padilla, H. (2024). En *Innovación educativa y transformación social: propuestas para los actuales desafíos.* DYKINSON, Madrid. Págs. 983 – 999. https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/96133/ebooks_978-84-1070-453-4.pdf?sequence=1
[6] López, V. y Doménech-Casal. Jordi. (2018). Juegos y gamificación en las clases de ciencia: ¿una oportunidad para hacer mejor clase o para hacer mejor ciencia? *Revista electrónica Ludus Scientiae – ReLuS.* VOLUMEN 2, Número 1, p. 34-44. https://www.researchgate.net/publication/327423995_Juegos_y_gamificacion_en_las_clases_de_ciencia_una_oportunidad_para_hacer_mejor_clase_o_para_hacer_mejor_ciencia.
[7] Rosales-Guamán, A. V., Cuenca-Cumbicos, K. M., Morocho-Palacios, H. F., & Tapia Peralta, S. R. (2023). El uso de simuladores en línea para la enseñanza de la física: una herramienta educativa efectiva. Ciencia Latina *Revista Científica Multidisciplina*r, 7(3), 1488-1496. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6291

Pesquise como uma menina: educação científica para a redução da desigualdade de gênero em STEM

Andréia Ambrósio-Accordi[1], Iury de Almeida Accordi[2], Raíssa Perdomo Lopes dos Santos[3], Marina Toffoli Santos[4], Marina Santos de Souza[5], Rafaela da Silva Zilio[6]

Campus Viamão. Instituto Federal do Rio Grande do Sul (Brasil)

[1]andreia.accordi@viamao.ifrs.edu.br; [2]iury.accordi@viamao.ifrs.edu.br; [3]raissa270208@gmail.com; [4]marinatoffolisantos@gmail.com; [5]marinasantosdesouza532@gmail.com; [6]rafazilio12@gmail.com

Resumo. A desigualdade de gênero em STEM permanece significativa, apesar das contribuições históricas das mulheres. Para enfrentar esse desafio, o Campus Viamão do IFRS desenvolveu, em 2024, o projeto Girl Power: Pesquise como uma Menina. Utilizando metodologias como Aprendizagem Baseada em Projetos e Design Thinking, 19 estudantes foram capacitadas em criatividade, empatia e resolução de problemas. Em seis fases, o projeto incluiu capacitação, desenvolvimento e divulgação de resultados, com cinco de sete projetos concluídos, abordando temas como sustentabilidade e inclusão. Além de despertar o interesse em STEM, o projeto promoveu igualdade de gênero e empoderamento feminino, alinhando-se ao ODS 5.

Palavras-chave: Igualdade de gênero, Educação científica, Empoderamento feminino.

1. Introdução

A participação feminina nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) é historicamente desigual, com significativa sub-representação das mulheres [1]. Ainda assim, suas contribuições científicas ao longo da história são inegáveis, mesmo diante de obstáculos [2].

Para promover igualdade de gênero, programas educacionais são fundamentais para incentivar e capacitar meninas a desenvolverem aptidões científicas. Quando envolvidas em atividades STEM e projetos práticos, elas podem se destacar e assumir posições de liderança em suas áreas de interesse, como demonstram exemplos históricos [3].

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e o Design Thinking (DT) são abordagens eficazes para desenvolver habilidades como resolução de problemas, criatividade e pensamento crítico em STEM [4]. O DT, centrado na solução de problemas, fomenta empatia e inovação, transformando a perspectiva das meninas e capacitando-as como agentes de transformação diante de desafios científicos [5].

Em 2024, o Campus Viamão do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) desenvolveu o projeto "Girl Power: Pesquise como uma Menina" para incentivar a

participação de discentes do Ensino Técnico Integrado ao Médio em áreas STEM. O clube de ciências buscou capacitar meninas a explorarem seu potencial, conduzirem projetos científicos e desenvolverem habilidades como resolução de problemas, criatividade e empatia, por meio de metodologias como ABP e DT, além de inspirá-las a se tornarem líderes, promovendo igualdade de gênero.

[6] demonstraram que a integração de práticas de pesquisa autênticas ao currículo permite que as estudantes apliquem raciocínio lógico e métodos científicos para resolver problemas complexos, alinhando-se aos padrões educacionais vigentes e preparando-as para o futuro. Nesse sentido, estudos confirmam que projetos de pesquisa como método de ensino aumentam o engajamento e aprofundam o aprendizado científico [7].

O projeto "Girl Power: Pesquise como uma Menina" visou criar um ambiente inclusivo e diversificado nas ciências, promovendo a participação ativa das meninas. Alinhado ao Objetivo 5 da Agenda 2030, buscou empoderar mulheres por meio de tecnologias e fortalecer políticas de igualdade de gênero.

O objetivo desse artigo é descrever a aplicação do Projeto "Girl Power: Pesquise como uma Menina" ao longo de 2024 no Campus Viamão do IFRS.

2. Percurso Metodológico

O projeto "Girl Power" integrou ensino, pesquisa e extensão, seguindo o princípio da indissociabilidade entre essas dimensões institucionais. Como pesquisa aplicada e descritiva, adotou uma abordagem qualitativa, com o Design Thinking (DT) para fomentar empatia, criatividade e cooperação na solução de problemas [9][10]. O DT, uma metodologia não linear e colaborativa, é reconhecido por seu impacto científico e social [11][12].

No ensino, utilizou-se a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), que estimula a resolução de problemas interdisciplinares, promovendo autonomia e trabalho em equipe [13][14]. A pesquisa analisou a criação de um clube de ciências para incentivar discentes do ensino técnico integrado a desenvolver projetos científicos [9], adotando uma abordagem qualitativa na qual o pesquisador atua como instrumento-chave e o ambiente natural é a principal fonte de dados [10].

A dimensão da extensão previa parceria com a TecnoPuc, um ecossistema de inovação tecnológica e artística compartilhado com o Campus Viamão, mas a colaboração não se concretizou devido à falta de interesse das empresas convidadas.

A metodologia seguiu seis fases, alinhando DT e ABP aos objetivos do projeto.

1 - Recrutamento e Capacitação: Divulgação com problemas reais e treinamentos introdutórios em métodos científicos e ética.

2 - Estrutura Organizacional: Definição de organograma, papéis e líderes via eleição.

3 - Desenvolvimento de Projetos: Formulação de hipóteses, experimentação e aplicação do método científico com mentoria interdisciplinar.

4 - Comunicação e Cooperação: Sessões de troca de ideias e aprendizado mútuo.

5 - Apresentação de Resultados: Compartilhamento periódico de avanços.

6 - Divulgação e Eventos: Participação em feiras científicas para ampliar a visibilidade do clube.

A redação do artigo contou com o apoio das inteligências artificiais SCISPACE, na elaboração do referencial teórico e análise dos resultados e ChatGPT, na coesão textual e síntese do resumo. Todo o conteúdo gerado por IA generativa foi rigorosamente revisado e validado por pesquisadores, garantindo precisão e alinhamento com os objetivos acadêmicos.

3. Resultados e discussões

O projeto recebeu fomento institucional, que garantiu uma bolsa de iniciação científica e recursos para a aquisição de assinaturas de aplicativos como Canva Pro, Adobe Creative Cloud, CapCut Pro e PowToon Pro, essenciais ao desenvolvimento das atividades. A equipe inicial era composta pela Coordenadora, uma bolsista e três voluntárias (Figura 1).

Fig. 1. Equipe vestindo a camiseta produzida para o Projeto Girl Power. Da direita para a esquerda: Andréia (coordenadora), Marina Toffoli (voluntária), Marina Santos (voluntária), Raíssa (bolsista) e Rafaela (voluntária). Fonte: autoria própria (2024).

Nas primeiras reuniões, foram realizadas ações de divulgação e conscientização para recrutar estudantes dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFRS, Campus Viamão, utilizando problemas reais para destacar a importância da ciência. Para divulgação do projeto, produziu-se um vídeo explicativo animado na plataforma PowToon, publicado no YouTube e criou-se um perfil no Instagram (Figura 2).

Fig. 2. Esquerda: print do vídeo publicado no Youtube para a divulgação do Projeto "Girl Power". Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=SFlW637tz-4. Centro e direita: prints do perfil do projeto no Instagram (disponível em: https://www.instagram.com/girlpower.ifrs).

O projeto foi apresentado a duas empresas da localizadas na TecnoPuc e para a própria administração da TecnoPuc, buscando parcerias estratégicas para oferecer problemas de pesquisa, suporte e mentoria às participantes, porém nenhuma parceria foi firmada. Convites personalizados foram enviados a servidoras do IFRS Campus Viamão e da Fundação Universidade Federal de Rio Grande (FURG), resultando na adesão de cinco servidoras do Campus Viamão e uma da FURG como mentoras e orientadoras das integrantes do Clube de Ciências (Quadro 1). As mentoras participaram de reuniões com o grupo de estudantes para apresentar e receber problemas de pesquisa que poderiam ser resolvidos por meio de projetos desenvolvidos pelo grupo de discentes. Foram realizadas sessões cooperativas para discutir projetos e obter *insights*.

Quadro 1. Servidoras que atuaram como mentoras no Projeto Girl Power.

Nome	Vínculo	Área
Andréia Ambrósio Accordi	IFRS	Coordenação; Informática na Educação
Rosana Serpa	IFRS	Biologia
Aline Gonçalves Fagundes	IFRS	Matemática
Luci Fortunata Motter Braun	IFRS	Física
Márcia Victória Silveira	FURG	Química
Edilaine Jesus da Rocha	IFRS	Informática
Belkis Silveira Roesler	IFRS	Química

Um formulário de inscrição foi enviado por e-mail às discentes do Campus Viamão para recrutamento, mas houve baixo retorno. Diante disso, o processo foi reiniciado com a ajuda das mentoras e da equipe organizadora, que indicaram estudantes com potencial para participação. Convites personalizados foram enviados, resultando no recrutamento de 19 estudantes de diferentes turnos e turmas, incluindo uma estudante do Ensino Fundamental de uma escola estadual de Viamão (Figura 3).

Fig. 3. Esquerda: roda de conversa entre as participantes para troca de ideias. Direita: identidade visual criada para o projeto. Fonte: autoria própria (2024).

A identidade visual do projeto foi criada com auxílio da IA DALL·E (Figura 3). O desenvolvimento dos projetos ocorreu por meio de mentorias e atividades realizadas nos contraturnos das aulas, integrando a educação científica à formação técnica e de nível médio oferecida pelo IFRS (Figura 4).

A oferta de mentoria amplia perspectivas e conhecimentos, enriquecendo o aprendizado e preparando os discentes para resolver problemas complexos [15].

Fig. 4. Esquerda: apresentação de um dos projetos do Clube de Ciências na VII Mostra de Pesquisa, Ensino e Extensão do Campus Viamão (2024). Centro: momento de orientação entre mentora e participantes do Clube de Ciências. Direita: momento de experimentação no Laboratório de Ciências Ambientais do Campus Viamão. Fonte: autoria própria (2024).

Quadro 2. Projetos de pesquisa desenvolvidos ao longo de 2024 pelo Clube de Ciências do Projeto Girl Power.

Projeto	**Mentora**	**Resultados**
Construção de materiais concretos adaptativos em impressora 3D para alunos com necessidades educacionais especiais.	Edilaine da Rocha	Encerrado. Apresentado na VII Mostra de Pesquisa, Ensino e Extensão do Campus Viamão.
Ecopainel sustentável de baixo custo para o aquecimento de água	Luci Braun	Encerrado. Apresentado na VII Mostra de Pesquisa, Ensino e Extensão do Campus Viamão.
Inovação e Inclusão: Produção de cadeirinhas pets com materiais de baixo custo	Aline Fagundes	Não encerrado
Reaproveitamento de banners utilizados pelo IFRS Câmpus Viamão	Rosana Serpa	Não encerrado
Influência de resíduos de produtos de limpeza caseiros na germinação de sementes de alface (*lactuca sativa*)	Rosana Serpa	Encerrado. Apresentado na VII Mostra de Pesquisa, Ensino e Extensão do Campus Viamão.
Contaminação microbiana de maquiagens de uso individual	Rosana Serpa	Encerrado. Apresentado na VII Mostra de Pesquisa, Ensino e Extensão do Campus Viamão.
Análise do teor de álcool em amostras de gasolina comercializadas no município de Viamão/RS	Belkis Roesler e Márcia Silveira	Encerrado. Apresentado na VII Mostra de Pesquisa, Ensino e Extensão do Campus Viamão.

Incentivar discentes a desenvolver projetos de pesquisa alinhados aos seus interesses possibilita contribuições originais à comunidade científica e oportunidades de apresentação em conferências e publicações [16]. Dos sete projetos propostos, cinco foram concluídos, total ou parcialmente, e apresentados na VII Mostra de Pesquisa, Ensino e Extensão do Campus Viamão (Quadro 2 e Figura 4). Além disso, o Projeto Girl Power foi divulgado pela bolsista e voluntárias na Mostra de Ensino, Extensão e Pesquisa do Campus Osório do IFRS e no Salão de Pesquisa, Ensino e Extensão do

IFRS, em Bento Gonçalves. Oferecer essas oportunidades aprimora os perfis acadêmicos dos discentes e fortalece seu interesse em STEM [15].

A implementação de projetos interdisciplinares em STEM e com experimentos práticos, amplia a compreensão das aplicações científicas e fortalece a educação técnica integrada [15, 17]. Envolver as estudantes na criação de seus próprios projetos aumenta sua motivação e engajamento com a ciência [7], enquanto a experiência prática em pesquisa acadêmica pode despertar maior interesse pela área e incentivar a continuidade dos estudos no ensino superior [16].

Os resultados indicam que o projeto Girl Power teve impacto significativo na promoção da igualdade de gênero, alinhando-se às metas 5.b e 5.c do ODS 5 da ONU. O uso de ferramentas tecnológicas como Canva Pro, Adobe Creative Cloud e PowToon Pro capacitou as estudantes na condução de pesquisas, incentivando a familiarização com tecnologias essenciais para STEM. A aplicação das metodologias ABP e DT permitiu o desenvolvimento de habilidades como criatividade, empatia e resolução de problemas, preparando-as para atuar como futuras líderes na ciência e tecnologia.

Além disso, o Clube de Ciências criado pelo projeto proporcionou um ambiente seguro para que as participantes explorassem seus interesses científicos, contribuindo para políticas de igualdade de gênero (meta 5.c). A realização de apresentações em eventos acadêmicos também ampliou o interesse das estudantes por STEM, reforçando a literatura que destaca a importância da pesquisa para incentivar jovens mulheres a seguir carreiras científicas [15, 16].

4. Considerações Finais

O projeto Girl Power: Pesquise como uma Menina foi uma iniciativa relevante para promover a igualdade de gênero em STEM. Utilizando metodologias como ABP e DT, capacitou 19 discentes, desenvolvendo habilidades essenciais como criatividade, empatia e resolução de problemas. A participação ativa em pesquisas e experimentos aumentou o interesse das estudantes pela ciência e as preparou para liderar em suas áreas de interesse, alinhando-se ao objetivo de formar uma nova geração de cientistas por meio da educação técnica integrada.

O projeto também contribuiu para o ODS 5, promovendo igualdade de gênero e empoderamento feminino. Parcerias estratégicas e a criação de um ambiente de apoio fortaleceram políticas de inclusão e incentivaram o uso de tecnologias por meninas. Apesar de desafios no recrutamento inicial, o envolvimento de estudantes de diferentes níveis de ensino destacou seu potencial transformador.

O modelo metodológico adotado pelo projeto Girl Power pode ser replicado em outros contextos educacionais, especialmente em escolas e instituições que buscam estimular a participação feminina em STEM. A combinação de Aprendizagem Baseada em Projetos e Design Thinking, aliada ao suporte de mentorias e à criação de um ambiente colaborativo, demonstrou ser uma estratégia eficaz para engajar estudantes na pesquisa científica. A experiência adquirida e os materiais desenvolvidos ao longo do projeto podem servir como referência para iniciativas semelhantes, contribuindo para a construção de espaços mais inclusivos e inovadores na educação.

5. Referências

[1] D.L. Junges, D.L. Velho, L. P Rosa e V. G. Grocinotti. «A percepção de mulheres estudantes em cursos de graduação das áreas STEM,» *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, vol. 19, nº 42, p. 102-117, 2023. [On-line]. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9052838. [Último acesso: 27 01 2025].

[2] O.H.M. Silva. «A contribuição das mulheres na Matematica: uma análise das contribuições femininas para a Matemática no âmbito da formação docente,» [Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba], Cajazeiras: IFPB, 2020. [On-line]. Disponível em: https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1507. [Último acesso: 27 01 2025].

[3] S. Maggs. Wonder Woman: 25 mulheres inovadoras, inventoras e pioneiras que fizeram a diferença, Primavera Editorial, 2017.

[4] A.E. Kelly, R.A. Lesh e J.Y Baek. Handbook of Design Research Methods in Education: Innovation in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching, New York: Routeledge, 2014.

[5] T. Brown. Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias, Alta Books Editora, 2017. [eBook].

[6] T. Kettler e J.S. Puryear. Research Experiences for High School Students: a Curriculum for Expertise and Authentic Practice. Em: T.A. Kettler (Ed.), Modern Curriculum for Gifted and Advanced Academic Students. New York: Routledge, 2016. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9781003236696-12. [Último acesso: 27 01 2025]

[7] V.J. López-Madrona, G. Rueda Fernández e D. Moratal. Teaching and developing scientific research projects with high-school students through experimental proposals. INTED2023 Proceedings, 17th International Technology, Education and Development Conference. Valencia, Spain, 2023. DOI: 10.21125/inted.2023.0239.

[8] Naciones Unidas, «Objetivos de Desarrollo Sostenible: 17 objetivos para transformar nuestro mundo,» 2025. [On-line]. Disponível em: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/. [Último acceso: 27 01 2025].

[9] A.C. Gil. Métodos e técnicas de pesquisa social, 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

[10] E.L. Silva e E.M. Menezes. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação, 3ª ed. Florianópolis: UFSC, 2001.

[11] C.G. Pimenta.K.L.G. Gomes e J. Sousa Design thinking: aplicações no desenho de pesquisa. In: A.V.M. Mendonça e M. F. Sousa. F, Métodos e técnicas de pesquisa qualitativa em saúde. v. 1. Brasília: Ecos, 2021. [e-book].

[12] E.D. Paiva, M.S. Zanchetta e C. Londoño. «Inovando no pensar e no agir científico: o método de Design Thinking para a enfermagem,» Escola Ana Nery, vol. 24, nº 4, e20190304, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2177-9465-EAN-2019-0304. [Último acesso: 27 01 2025].

[13] A.B. Salvador et al. «O uso do Design Thinking em pesquisas científicas na área de administração,» Revista Ciências Administrativas, vol. 27, nº 1, 10679, 2021. Disponível em: https://periodicos.unifor.br/rca/article/view/e10679. [ùltimo acesso: 27 01 2025].

[14] J. Moran. Metodologias ativas para uma aprendizagem profunda. In: L. Bacich, J. Moran (Orgs.). Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, p. 35-76. [E-book].

[15] J.A. Ufnar e V.L. Shepherd. «Interdisciplinary Science and Research: A Novel Program to Advance Student Preparation in STEM,». Journal of STEM Outreach, vol. 1, nº1, p. 1-10. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.15695/JSTEM/V1I1.6. [Último acesso: 28 01 2025].

[16] P.A. Mabrouk. «Successful Strategies for Integrating High School Students into a Graduate Research Group,» The Chemical Educator, vol. 5, p. 43-48, 2000. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.1007/S00897990358A. [Último acesso: 28 01 2025.

[17] D. Al-Kharabsheh e A. Geese. «Setting-up a research club for high school students: an engineering educational concept based on increasing both interest and self-efficacy,» SEFI 50th Annual conference of The European Society for Engineering Education. "Towards a new future in engineering education, new scenarios that european alliances of tech universities open up". Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2022, p. 1844-1851. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.5821/conference-9788412322262.1397. [Último acesso: 28 01 2025]

El pensamiento crítico para mejorar el desempeño de los estudiantes mediante la lectura de artículos científicos

Rosa Ordoñez[1], Jorge Flores[2]

[1] Departamento de Postgrado. Universidad Bolivariana del Ecuador (Ecuador)
[1]reordonez@ube.edu.ec

[2] Investigador externo (Ecuador)
flojorge@gmail.com

Resumen El propósito de este estudio fue mejorar el desempeño de los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales que están cursando la asignatura de Didáctica de la Física y la Matemática ofrecida por una universidad pública ecuatoriana utilizando el pensamiento crítico en la lectura de artículos científicos. Participaron en este estudio 62 estudiantes de los cuales 48 son hombres y 12 son mujeres, con edades comprendidas entre los 19 y 21 años. La unidad bajo estudio fue Los Métodos de Enseñanza de la Física y la Matemática que tuvo una duración de 16 horas. La variable independiente fue la lectura con dos niveles: con lectura crítica y sin lectura crítica. La variable dependiente fue el desempeño de los estudiantes. El procedimiento aplicado consta de las siguientes etapas: (1) Enseñar la estrategia de lectura de un artículo científico tanto al grupo experimental como al grupo de control. (2) Presentar el mismo contenido tanto al grupo experimental como al grupo de control. (3) Enseñar el pensamiento crítico al grupo experimental. (4) Administrar la prueba de salida a ambos grupos. La prueba estadística aplicada es la de Gosset con un nivel de significación de $p < 0,05$. Este estudio demostró que el aprendizaje del pensamiento crítico mejora el rendimiento de los estudiantes.

Palabras clave: Pensamiento crítico, Aprendizaje autorregulado, Lectura de artículos científicos, Rendimiento.

1. Introducción

Los profesores de las instituciones de educación superior asignan a los estudiantes la tarea de leer artículos científicos para adquirir conocimientos, habilidades, actitudes y destrezas en la asignatura que están aprendiendo. Pero no les indican que deben hacer una lectura crítica del articulo científico. El problema es que al igual que en el pasado, en los tiempos actuales los profesores carecen de las habilidades para enseñar el pensamiento crítico. Por esta razón, los estudiantes durante el proceso de aprendizaje se concentran más en la memorización que en la comprensión, y en consecuencia no usan el pensamiento crítico. Además, el pensamiento crítico es una habilidad que mide la excelencia de la educación, por la calidad del razonamiento que muestran los estudiantes [1, 2]. En vista de la importancia del pensamiento crítico es necesario que los profesores aborden su enseñanza para que los estudiantes la apliquen en sus actividades académicas y tengan éxitos en su vida profesional.

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue mejorar el desempeño de los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales que están cursando la

asignatura de Didáctica de la Física y la Matemática, ofrecida por una universidad pública ecuatoriana, utilizando el pensamiento crítico en la lectura de artículos científicos.

2. Contenido

2.1. El pensamiento crítico

El pensamiento crítico es considerado una de las habilidades cognitivas necesarias para el éxito académico y profesional de los estudiantes de educación superior [3]. Desde su planteamiento original, el pensamiento crítico ha evolucionado y las universidades se han dado cuenta de la importancia de este concepto, por este motivo ellas están implementado en sus carreras el objetivo de pensar críticamente [4].

A pesar de la importancia del pensamiento crítico no hay una definición precisa de ella. Por lo tanto, es primordial revisar las diferentes definiciones. El pensamiento crítico se define como 'el pensamiento reflexivo y razonable que está enfocado en decidir en que creer o hacer' [4]. Esta definición implica que se necesita el pensamiento reflexivo y la razón, para evaluar, cuestionar y analizar de manera cuidadosa la información antes de tomar decisiones o adoptar creencias. El pensamiento crítico se aplica cuando hay que resolver un problema; en donde se aplica un proceso de razonamiento utilizando el conocimiento previo y la presentación de conclusiones aceptables y hacer inferencias a través de los procesos de inducción, deducción y juicos de valor [4]. Como puede notarse el pensamiento crítico y la resolución de problemas son dos procesos diferentes, y es el proceso de resolución de problemas el que necesita del pensamiento crítico para encontrar la solución [5].

El pensamiento crítico es 'la habilidad para comprender las suposiciones, hacer una afirmación que este apoyada por la evidencia presentada' [6] (. Esta definición implica comprender las suposiciones para poder cuestionarlas y formular afirmaciones basadas en la evidencia, para poder evaluar y analizar la información.

El pensamiento crítico se define como un "juicio intencional y autorregulador que resulta en la interpretación, análisis, evaluación e inferencia, así como en la explicación de las consideraciones probatorias, conceptuales, metodológicas, criteriológicas o contextuales en las que se basa ese juicio"[7]. Esta definición indica que las personas que emplean el pensamiento crítico tienen las habilidades de interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación. Además, son inquisitivos, sistemáticos, analíticos, tienen autoconfianza, mente abierta y madurez, y buscan la verdad [8]. Para el propósito del presente estudio se adopta esta definición. Las habilidades de pensamiento se seleccionan de acuerdo con el propósito de la práctica del pensamiento crítico [7]. Como se observa ellas difieren solamente en el énfasis ya que tienen muchos puntos en común [9].

2.2. Aprendizaje autorregulado

La autorregulación es la medida en que los estudiantes se dan cuenta de sus fortalezas y debilidades y las estrategias que ellos usan para el aprendizaje, logrando de esta manera comprender y controlar su ambiente de aprendizaje [5, 10]. Las componentes

principales de la autorregulación son: la cognición, la metacognición y la motivación. Es particularmente interesante que dentro de la cognición se encuentran las estrategias cognitivas, la resolución de problemas y el pensamiento crítico [5]. La aplicación del pensamiento crítico requiere de un proceso reflexivo por eso también es primordial que el estudiante aplique la metacognición durante la aplicación del pensamiento crítico. La metacognición incluye habilidades que permiten al estudiante comprender y hacer seguimiento de sus procesos cognitivos, y como debe ejecutarse la tarea para que el estudiante reflexione sobre lo que está haciendo [5, 11, 12].

La aplicación del pensamiento crítico demanda que el estudiante maneje apropiadamente el contenido de la asignatura para poder aplicar correctamente las habilidades de pensamiento requeridas [13]. Por esta razón es importante estudiar para comprender y no para memorizar, ya que es preciso que integre el conocimiento previo a la tarea que está haciendo.

2.3. Enseñanza del pensamiento critico

En la enseñanza del pensamiento crítico existen dos corrientes: La enseñanza dentro del contenido de la asignatura y la enseñanza dentro de un curso separado. Algunos autores indican que la enseñanza del pensamiento crítico dentro del contenido de la asignatura impide la transferencia a otras áreas del conocimiento [14]. Independientemente del proceso que se utilice, la enseñanza del pensamiento crítico es relevante en la formación de los estudiantes de educación superior ya que le da pautas para analizar y evaluar la información [15]. En este trabajo se enseña el pensamiento crítico dentro del contexto de la asignatura.

Existen ciertas situaciones que pueden interferir con estas capacidades: Primero, el sistema cognitivo de creencias que es la vía que el estudiante utiliza para percibir cómo funciona el mundo que lo rodea de acuerdo con el contexto, la experiencia y la razón [16, 17]. Segundo, los estudiantes no tienen hábitos de estudio apropiados y dedican poco tiempo al estudio, lo cual afecta su desempeño [18].

La planificación es el primer paso que hay que dar para enseñar una asignatura [13]. Este proceso se inicia con la formulación del objetivo general. En el presente estudio es: Aplicar el pensamiento crítico en la lectura de artículos científicos bajo la perspectiva de P. Facione. A partir del objetivo se determina el contenido y luego se determina el método de enseñanza que son: clase expositiva (profesor) y aprendizaje cooperativo e individual (estudiantes).

2.4. Lectura de un artículo científico

Los artículos científicos son el producto de la aplicación del método científico a una investigación científica, ya sea de naturaleza cualitativa, cuantitativa o mixta. Ellos tienen una estructura organizacional que comprende: El título, resumen, palabras clave, introducción, método, resultados, discusión y referencias.

Si bien es cierto que tienen una organización y están escritos con claridad, la lectura de ellos impone un reto y exige altas demandas en su interpretación. Por ejemplo, la estructura de las oraciones y los conceptos nuevos que van a encontrar. De esto se desprende que es indispensable recordar que los conceptos dependen del contexto social y lingüístico, también tienen diferentes características, pero comparten algunas

similitudes, consecuentemente en el análisis y evaluación hay que tomar en cuenta sus alcances y limitaciones [19].

La lectura del artículo científico demanda un propósito, buenos hábitos y una lectura activa [20]. Esto último lo puede lograr el estudiante aplicando el pensamiento crítico a lo que está leyendo para lograr una mejor interpretación de este.

2.5. Hipótesis

La hipótesis nula H_o es: No hay diferencias en el desempeño entre los estudiantes que reciben la enseñanza del pensamiento crítico con aquellos que no reciben la enseñanza del pensamiento crítico.
La hipótesis de investigación H_1 es: Si hay diferencias en el desempeño entre los estudiantes que reciben la enseñanza del pensamiento crítico con aquellos que no reciben la enseñanza del pensamiento crítico.

2.6. Definición operacional de las variables

La variable independiente es el pensamiento crítico aplicado a la lectura de artículos científicos que se define operacionalmente como la enseñanza del pensamiento crítico desde la perspectiva de P. Facione. La variable dependiente es el desempeño de los estudiantes medido por una prueba de ensayo con 10 preguntas.

3. Método

3.1. Sujetos

Participaron en este estudio 62 estudiantes de los cuales 48 son hombres y 12 son mujeres, con edades comprendidas entre los 19 y 21 años, que están cursando la asignatura de Didáctica de la Física y la Matemática.

3.2. Tareas y materiales

La unidad bajo estudio fue Los Métodos de Enseñanza de la Física y la Matemática que tuvo una duración de 16 horas. Entre el material entregado a los estudiantes se encuentran: La estrategia para leer un artículo científico de manera general, la rúbrica para la evaluación, cuestionario de preguntas para la evaluación de tres artículos científicos para las actividades en clase. Los artículos científicos fueron seleccionados de acuerdo con el contenido de la unidad bajo estudio. Los tres artículos fueron entregados al grupo de control para su lectura. El primero fue sobre la clase invertida, el segundo sobre el aprendizaje basado en proyectos y el tercero sobre el aprendizaje cooperativo. Los cuales están relacionados con la unidad del curso. La evaluación crítica de los artículos científicos se realizó después de la presentación de los contenidos de la unidad.

3.3. Variables

Variable independiente: La variable independiente fue el pensamiento crítico aplicado a la lectura de artículos científicos con dos niveles: con enseñanza del pensamiento crítico y sin enseñanza del pensamiento crítico.

Variable dependiente: La variable dependiente fue el desempeño de los estudiantes.

3.4. Procedimiento

El procedimiento general aplicado consta de las siguientes etapas: (1) Presentar el mismo contenido tanto al grupo experimental como al grupo de control. (2) Enseñar la estrategia para leer artículos científicos tanto al grupo experimental como al grupo de control. (3) Enseñar el pensamiento crítico aplicado a la lectura de artículos científicos al grupo experimental. (4) Administrar la prueba de salida a ambos grupos.

El procedimiento específico para la enseñanza del pensamiento crítico en la lectura de artículos científicos es el siguiente: El profesor presenta la definición de pensamiento crítico de acuerdo con la perspectiva de P. Facione. A continuación, indica y define cada una de las seis disposiciones y las preguntas que se pueden formular dentro de cada una de ellas. El profesor entrega la introducción del articulo científico a los estudiantes y el cuestionario de preguntas, y luego usando el modelaje lee la introducción y va contestando el cuestionario de preguntas relacionadas con lo que está leyendo. Este proceso se repite para el método, resultados y discusión. Luego entrega un artículo científico nuevo para que los estudiantes evalúen lo evalúen críticamente usando el aprendizaje cooperativo. Después entrega un segundo y tercer articulo científico para que los estudiantes lo lean críticamente de manera individual.

3.5. Instrumentos

La evaluación formativa se inició a partir de los artículos entregados a los estudiantes y en cada caso se brindó la retroalimentación respectiva. La evaluación final fue sobre la unidad de Métodos de Enseñanza de la Física y Matemática que constaba de 10 preguntas de ensayo. Esta evaluación se condujo sumativamente.

3.6. Diseño

Este estudio utilizó dos grupos: grupo experimental y grupo de control cuyo diagrama se presenta a continuación :

$$\begin{array}{cc} X_1 & O_1 \\ \text{--------} & \\ & O_2 \end{array}$$

En donde la X_1 representa al grupo experimental y O_1 representa la prueba de salida del grupo de experimental. El espacio en blanco representa el grupo de control y O_2 representa la prueba de salida del grupo de control. La línea a rayas indica que los grupos no fueron seleccionados aleatoriamente [21]. La prueba estadística aplicada es la de Gosset con un nivel de significación de $p < 0,05$.

4. Resultados

Los promedios de los resultados de la evaluación crítica de los artículos científicos evaluados formativamente a los estudiantes del grupo experimental se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Evaluación de la lectura crítica de los artículos científicos

Promedio de la evaluación de artículos científicos		
Primera evaluación	Segunda evaluación	Tercera evaluación
6,37	5,48	8,32

Como se puede observar el promedio de las calificaciones fue bajo en el trabajo grupal, este resultado es comprensible porque recién están aplicando el proceso. En el trabajo individual también bajo porque ahora los estudiantes trabajaron individualmente. En la ultima el trabajo mejoro debido a la retroalimentación dada en cada una de las evaluaciones.

En la Tabla 2 se presentan los resultados estadísticos de la prueba de salida del grupo experimental y grupo de control

Tabla 2. Resultados de la prueba de salida del grupo experimental y de control

Grupo	**Numero**	**Media**	**Desviación estándar**
Grupo Experimental	31	37,84	5,56
Grupo de Control	31	33,52	7,44

El estadístico t dio un valor de $t = 2,59$, $df = 55,55$ y $p = 0,012$. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula.

5. Conclusiones

El primer factor es la enseñanza del pensamiento crítico utilizando el modelaje por parte del profesor. En vista de que el muestra paso a paso como aplicar el pensamiento crítico y de esta manera los estudiantes pueden observar el proceso y además fue gradual.

El segundo factor es que permitió a los estudiantes examinar el razonamiento y las suposiciones encontradas en el texto; contrastando con los conceptos aprendidos y determinando lo que es correcto o incorrecto mediante el cuestionamiento a las ideas encontradas. Por medio del análisis de lo que están leyendo ellos lo evalúan y como consecuencia de aquello mejoran su pensamiento [5]. Otro punto importante es que se alejan del pensamiento subjetivo y sesgado utilizando la lógica y una argumentación efectiva para evaluar las evidencias presentadas.

El tercer factor es la evaluación formativa realizada. Los resultados de las evaluaciones formativas muestran una mejora en el desempeño de los estudiantes del grupo experimental a lo largo de las tres evaluaciones. Aunque los resultados fueron bajos en la primera (trabajo grupal) y en la segunda (trabajo individual), el aumento notable en la tercera evaluación (trabajo individual) sugiere que la retroalimentación

proporcionada a lo largo del proceso de valuación ayudo a los estudiantes a mejorar su capacidad para leer y evaluar críticamente los artículos científicos. La mejora observada en los resultados de la cuarta evaluación (prueba de salida) refuerza la importancia de la retroalimentación continua.

El cuarto factor es la motivación de los estudiantes, el compromiso en la actividad y la interacción entre los estudiantes durante el aprendizaje cooperativo.

Las limitaciones de este estudio es que los grupos no se formaron aleatoriamente y por lo tanto son grupos intactos. Además, la muestra de estudiantes es relativamente pequeña.

En base a los resultados obtenidos se recomienda que los profesores incorporen la lectura crítica de artículos científicos y una retroalimentación continua para mejorar el rendimiento en las asignaturas en las cuales están enseñando.

6. Referencias

[1] Paul, R., Elder, W. y Bartell, T. (1997). *California Teacher Preparation for Instruction in Critical Thinking: Research Findings and Policy Recommendations*. Sacramento, CA: California Commission on Teacher Credentialing.

[2] Paul, R. (2005). The state of critical thinking today. *New Directions for Community Colleges*. 130, 27-38.

[3] Partnership for 21st Century Learning. (2023). Framework for 21st Century Learning. https://www.marietta.edu/sites/default/files/documents/21st_century_skills_standards_book_2.pdf

[4] Ennis, R. (1991). Critical thinking: A streamlined conception. *Teaching Philosophy*. 14(1), 5-24.

[5] Schraw, G., Crippen, K. y Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*. 36: 111–139.

[6] El Soufi, N. y See, B. [2019]. Does Explicit Teaching of Critical Thinking Improve Critical Thinking Skills of English Language Learners in Higher Education? A Critical Review of Causal Evidence. *Studies in Educational Evaluation*, 60, 140-162.

[7] Facione, P. (2020). *Critical thinking: What it is and why it counts.* Hermosa Beach, CA: Measure Reasons LLC.

[8] Facione, PA (1990). Pensamiento crítico: Una declaración de consenso de expertos para fines de evaluación e instrucción educativa—El informe Delphi. Millbrae, CA: California Academic Press.

[9] Zhao, X. y Liu, X. (2022). How do Chinese undergraduates understand critical thinking? A phenomenographic approach. *Frontiers in Education.* 7, 1-11.

[10] Zimmerman, B. (2010). Becoming a self-regulated learning: An overview. *Theory into Practice*. 41(2), 64-70.

[11] Garner, R. (1987). *Metacognition and reading comprehension*. Norwood, NJ: Ablex Publishing.

[12] Tanner, K. (2012) Promoting Student Metacognition. *CBE-Life Science Education.* 11, 113–120.
[13] Willigham, D. (2019). *How to teach critical thinking*. State of New South Wales. Education: Future Frontiers.
[14] Danczak, S., Thompson, C. y Overton, T. (2017). 'What does critical thinking mean to you?' A qualitative analysis of chemistry undergraduate, teaching staff and employers' view of critical thinking. *Chemistry Education Research and Practice*. 18, 420-434.
[15] Ennis, R. H. (1990). The extent to which critical thinking is subject specific: Further clarification. *Educational Researcher*, 19, 13-26.
[16] Sousa, D. (2006). *How the brain learns*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
[17] Uso-Doménech, J. Nescolarde-Selva, J. (2016). What are the beliefs system? Foundations Science. 21, 147-152.
[18] Nonis, S. y Hudson, G. (2010). Performance of college students: Impact of study time and study habits. *Journal of Education for Business*. 85, 229-238.Partnership for 21st Century Learning. (18 de Abril de 2023). *Framework for 21st century learning*. https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources.
[19] Wittgenstein, L. (1992). *Gramática filosófica.* México DF, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Filosóficas.
[20] Carey, M., Steiner, K, y Petri. W. Ten simple rules for reading a scientific paper. PLoS Computatinal Biology 16(7): e1008032
[21] Tuckman, B. (1988). *Conducting educational research.* San Diego, CA: Harcourt Brace Jovanovich, Publishers.

Elementos importantes de un marco en STEAM Una revisión bibliográfica

Irene Hernández Ruiz[1], Carolina Gómez Fernández[2], Ariella Quesada Rosales[3], Katty Vásquez Ávila[4]

[1234] Escuela de Informática. Universidad Nacional (Costa Rica)
irene.hernandez.ruiz@una.cr; carolina.gomez.fernandez@una.cr;
ariella.quesada.rosales@una.cr; katty.vasquez.avila@una.cr

Resumen. El presente trabajo expone los resultados de una revisión bibliográfica sobre los elementos claves a considerar en los marcos STEAM. Para ello se realizó una búsqueda en la base de datos de ACM Library. Los principales hallazgos incluyen la importancia de brindar educación STEAM en todos los niveles educativos, el rol de los docentes, las metodologías para su aplicación, los elementos a considerar para el desarrollo de una clase STEAM y las recomendaciones curriculares del enfoque.

Palabras clave: STEAM, marco, docentes, estudiantes, metodología.

1. Introducción

El acrónimo STEM se originó en Estados Unidos en la década de 1990 [1] y fue acuñado por the *National Science Foundation* (NSF). Representa las disciplinas de Ciencia (Science), Tecnología (Technology), Ingeniería (Engineering) y Matemáticas (Mathematics). Desde su creación, se han desarrollado múltiples experiencias y proyectos en todo el mundo con el propósito de motivar a las nuevas generaciones a estudiar estas áreas y desarrollar las habilidades necesarias para el siglo XXI.

En 2008, Georgette Yakman introduce el término STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) tras concluir su investigación sobre el marco educativo STEM, dando lugar a un nuevo paradigma que incorpora el arte para reconocer la importancia de la creatividad y el pensamiento crítico en la enseñanza y aprendizaje de estas disciplinas[2].

STEAM busca proporcionar oportunidades para que los estudiantes se expresen a nivel personal y social [3] a través de técnicas como el dibujo, el teatro, la creación de murales y otras formas de expresión artística. Además, el arte fomenta el cambio cultural, estimula la imaginación y promueve la acción comunitaria, sirviendo como un puente entre la comprensión científica y el desarrollo sostenible. De esta manera, los estudiantes desarrollan habilidades para resolver problemas del mundo real mediante proyectos interdisciplinarios de arte y ciencia [4].

La educación STEAM tiene como objetivo promover el aprendizaje basado en proyectos, enfatizando la comprensión, la aplicación práctica y la creatividad. Su enfoque promueve la integración del conocimiento en diferentes áreas, permitiendo a los estudiantes aprender mediante la práctica [5].

En los últimos cinco años, diversas instituciones tanto públicas como privadas han realizado actividades STEM y STEAM en Costa Rica, que han tenido también el objetivo de fomentar la equidad de género. Estas iniciativas promueven la integración de mujeres jóvenes en proyectos dentro de estas disciplinas [6].

El objetivo de esta investigación es identificar los elementos más importantes que deben considerarse en un marco STEAM, con el propósito de optimizar proyectos actuales y guiar el desarrollo de futuras iniciativas en esta área.

Este trabajo presenta una revisión bibliográfica sobre los componentes y elementos esenciales de un marco STEAM. Para ello, se utilizó exclusivamente la ACM Digital Library[1], plataforma de investigación, que contiene la colección completa de publicaciones de la Association for Computing Machinery (ACM), incluidas revistas, actas de congresos, revistas técnicas, boletines y libros. La investigación se centró únicamente en el término STEAM, ya que es un enfoque más reciente y en auge que su antecesor STEM.

A continuación, se presentan los siguientes apartados del trabajo: metodología, resultados y conclusiones.

2. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo, se utilizó una revisión bibliográfica la cual consiste en una exploración detallada de un tema o tecnología. Los pasos utilizados fueron los siguientes [7]:

- **Definición del problema:** Se desarrolló la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los elementos clave que debe tener un marco STEAM?
- **Búsqueda de la información:** Se realizó una búsqueda exhaustiva, obteniendo 157 resultados relacionado con el tema. Tras revisar los resúmenes de los artículos, se identificó que solamente siete de ellos están directamente vinculados con la temática de los marcos STEAM, comprendiendo publicaciones entre 2021 y 2025.
- **Organización de la información:** Para gestionar la organización de la información recopilada, se utilizó el gestor de referencias Zotero.
- **Análisis de la información:** Se llevó a cabo una lectura detallada de cada artículo y se clasificó en grandes grupos de información. Los hallazgos de este análisis se presentan en el apartado de los resultados.

3. Resultados

Los siete estudios que identifican los elementos clave que se deben considerar en un marco STEAM se presentan en la Tabla 1. La mayoría de estos trabajos provienen de Estados Unidos y China, dos potencias económicas que han documentado experiencias clave en el desarrollo e implementación de enfoques STEAM. Además,

[1] https://dl.acm.org/

presentan diversos casos de éxito que promueven una mayor integración de los docentes en la educación STEAM.

Tabla 1. Artículos seleccionados del proceso de revisión bibliográfica

Nombre del artículo	Área	Región/País
Developing a Makerspace Learning and Assessment Framework[8]	Desarrollo de un marco para el diseño de una clase STEAM	Reino Unido
Discussion on Development Strategy of STEAM Education and Information Integration[1]	Apoyo gubernamental. Sistema curricular integrador, métodos de enseñanza innovadores y calidad docente	China
Educational Makerspaces and Conceptual Art Projects Supporting STEAM Education[9]	Ambientes ideales para la exitosa integración de las STEAM en las aulas, Currículo, MakerSpaces	España
Facilitating Teens as Ethical Sensemakers of Technology[5]	Innovación pedagógica que fusiona técnicas filosóficas para niños	Estados Unidos
Research on STEAM Education in China under the Framework of Supply and Demand Theory[10]	La educación STEAM en China	China
STEAM learning in formal and informal settings via craft and maker projects[11]	Caso de éxito de un proyecto en STEAM	Estados Unidos
The Connotation, Characteristics and Implementation Path of STEAM Education[3]	Elementos STEAM	China

3.1 La educación en todos los niveles

La educación STEAM se introduce desde la etapa prescolar. En el caso de China [10], cada nivel educativo desempeña un rol clave, a continuación se presenta la propuesta que se realiza en este país:

- **Edad preescolar:** El enfoque STEAM en esta etapa busca estimular el interés cognitivo y la curiosidad investigativa mediante el uso de juguetes como LEGO y experiencias de realidad virtual.
- **Estudiantes de primaria:** La educación y formación se centran en desarrollar habilidades interdisciplinarias, el pensamiento lógico y la capacidad práctica, sentando las bases para el aprendizaje STEAM.
- **Estudiantes de secundaria:** Se pone énfasis en mejorar las habilidades a través de la educación en programación. De hecho, la tecnología, incluido el aprendizaje de lenguajes de programación, se ha convertido en una de las materias seleccionadas para el examen de ingreso a la universidad en la Provincia de Zhejiang.
- **Estudiantes universitarios**: Se prioriza un enfoque basado en aprendizaje práctico y experiencial, debido a que el mercado laboral demanda profesionales con habilidades integrales.

3.2 Rol de los docentes e infraestructura STEAM

La educación STEAM requiere docentes que posean una sólida base de conocimientos y un dominio de las tecnologías de la información [10]. Sin embargo, la escasez de docentes especializados y el elevado costo de la enseñanza son factores importantes que influyen en el alto precio de los cursos STEAM [9].

Otro elemento clave es que debe estar respaldada por infraestructura adecuada de software y hardware, que permitan el desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes. La formación de habilidades de innovación debe lograrse a través de una combinación de educación formal y experiencias prácticas, integrando el aprendizaje en el aula con actividades experimentales.

El enfoque STEAM ha sido clave para la innovación y el fortalecimiento de la cultura científica, al integrar unificadamente el conocimiento en ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, que le permitirá a los estudiantes tener un conocimiento holístico del aprendizaje que va a influir en el modo de construcción del mismo [12]. El mismo proporciona a los estudiantes una comprensión integral que transforma la manera en que construyen el conocimiento, favoreciendo el desarrollo de soluciones innovadoras tanto en el ámbito educativo como en la resolución de problemas de diversos contextos [13].

De esta manera la educación STEAM puede desempeñar un papel fundamental en el fomento de la innovación y en la preparación de los estudiantes para los desafíos del futuro [3].

3.3 La Metodología STEAM

En los países desarrollados, la educación STEAM se basa el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), un método que coloca al estudiante en el centro del proceso, permitiéndole diseñar e implementar proyectos complementarios [10].

Durante la formación de la alfabetización STEAM, es fundamental promover el pensamiento interdisciplinario, la resolución de problemas en contextos reales y el desarrollo integral de los estudiantes, principios alineados con la esencia de la educación STEAM [3].

Las metodologías como el constructivismo pueden proporcionar experiencias de aprendizaje que promuevan el aprendizaje de la creatividad, el pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la resolución de problemas, competencias esenciales para el siglo XXI [11].

La educación STEAM requiere adoptar un enfoque de enseñanza basado en la investigación, donde el docente actúa como guía y facilita el aprendizaje centrado en el estudiante. Los alumnos deben tener la oportunidad de explorar y descubrir por sí mismos, integrando de manera significativa los conocimientos de diferentes disciplinas y aplicándolos problemas prácticos [8].

Asimismo, se recomienda implementar la metodología activa del Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) en la educación STEAM, ya que promueve el desarrollo de las habilidades de los docentes y mejora la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje [3].

La Figura 1 muestra que la efectividad del grupo de docentes depende de factores como el conocimiento previo, la calidad del problema planteado y el desempeño del profesor. Esto, a su vez, influye en el tiempo de aprendizaje autónomo de los estudiantes, impactando tanto en sus resultados de aprendizaje como en su interés por la materia

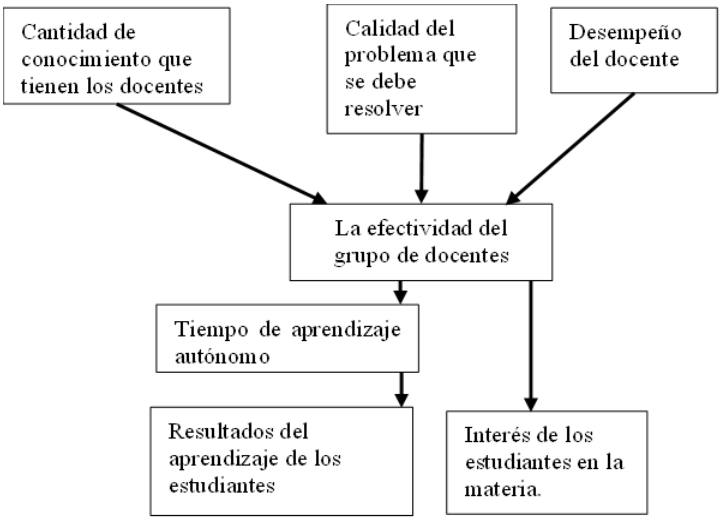


Fig. 1. Implementación del modelo PBL para el desarrollo de las habilidades de los docentes [3].

3.4 Elementos por considerar para realizar una clase STEAM

Uno de los pilares fundamentales en la educación STEAM es la enseñanza situacional [3]. Para que el aprendizaje sea significativo las situaciones presentadas deben ser problemas del mundo real, ya que esto motiva a los estudiantes y fomenta su participación activa.

Los estudiantes deben enfrentarse a desafíos relacionados con problemas de ingeniería, aplicando técnicas y enfoques propios de este campo. Es esencial que aprendan y exploren a través de aprendizaje cooperativo, resolviendo problemas de manera progresiva a través de la repetición y la colaboración.

Además, es fundamental fortalecer la evaluación y supervisión de los cursos STEAM, garantizando que los estudiantes reciban una retroalimentación constante para mejorar su desempeño de manera continua [1].

En la Tabla 2 se presenta un caso concreto de enseñanza práctica basado en el uso de un carro sin ruedas, tomado y traducido de Zhou y Liu [1]. Se detallan los elementos de enseñanza organizados en tres dimensiones fundamentales: conocimientos y habilidades, procesos y métodos y emociones y actitudes. Este enfoque permite comprender los principios científicos involucrados, aplicar métodos de diseño y fabricación y reflexionar sobre la importancia estética y cultural del objeto.

Tabla 2. Enseñanza práctica sobre el uso de un carro sin ruedas [1]

Elemento de enseñanza	Conocimientos y habilidades	Proceso y método	Emoción y actitud
S	Aprender principios científicos de vibración y fricción	Enseñanza de principios científicos	Comprender la ciencia involucrada en el carro sin ruedas
T	Dominar el funcionamiento y uso de la máquina de corte por láser	Dominar el proceso de fabricación y métodos de procesamiento	Sentir la importancia de la tecnología en la producción de productos especiales
E	Comprender el diseño y ensamblaje de las piezas del carro	Diseñar y ensamblar un carro sin ruedas basándose en la comprensión de principios científicos y conocimientos técnicos	Utilizar residuos de materiales para fabricar carros sin ruedas; sentir el encanto del carro en contraste con el tradicional
A	Captar la estética del diseño y ensamblaje del carro	Integrar elementos culturales en la producción de carros sin ruedas de manera efectiva	Cultivar la sensibilidad artística y creativa, expresar emociones positivas y amar la vida
M	Determinar los parámetros del proceso de movimiento razonablemente combinando el tamaño del material	Ser capaz de diseñar y ensamblar un carro sin ruedas	Sentir el encanto del carro sin ruedas

3. 5 Plan de estudios de educación STEAM

El núcleo de la educación STEAM se basa en la independencia, la investigación y la experiencia práctica de los estudiantes [3].

Es posible diseñar un plan de estudios STEAM adaptado a las características de cada institución y la experiencia del cuerpo docente, con el objetivo de desarrollar un enfoque propio basado en sus particularidades.

La importancia de incorporar en el currículo el enfoque STEAM radica en que proporciona un marco para el desarrollo de conocimiento en los estudiantes a través de actividades altamente contextualizadas y conformadas por las diferentes áreas del conocimiento lo cual proporciona el carácter interdisciplinar. Sin embargo, diseñar un curso STEAM resulta un desafío ya que no existen instrucciones, aunque se han validado acciones concretas que favorecen la comprensión contextual [14].

En esta misma línea, la enseñanza de estas disciplinas se fortalece a partir de metodologías activas y trabajo colaborativo. Para ello, es fundamental articular el enfoque STEAM con el currículo educativo, promoviendo una educación inclusiva y el desarrollo de competencias con una perspectiva transdisciplinaria, fomentando un pensamiento holístico, crítico y reflexivo que prepare a los estudiantes para afrontar los retos actuales. En este contexto, un currículo basado en STEAM se convierte en una herramienta clave para la reflexión, la integración y la resignificación del proceso de enseñanza – aprendizaje [15].

Por lo tanto, la articulación promueve competencias basadas en la indagación, la resolución de problemas y la investigación. Esto permite el desarrollo de competencias científicas para afrontar los desafíos de la humanidad, al tiempo que los prepara con habilidades técnicas para el mundo laboral y fomenta la investigación en torno a los diferentes avances tecnológicos.

Además, es fundamental enfocarse en la implementación efectiva de la educación STEAM, promoviendo el desarrollo de una alfabetización integral en esta área [5].

Para fortalecer la educación STEAM, es clave impulsar la capacitación docente, fomentar la investigación universitaria y optimizar el uso de los recursos educativos, proporcionando orientación para el diseño curricular. También resulta esencial promover la colaboración entre universidades y empresas, facilitando el desarrollo de la práctica docente en el ámbito académico [1].

4. Conclusiones

La implementación del enfoque STEAM desde la etapa preescolar donde se logra la estimulación cognitiva y la investigación, hasta la educación superior donde se basa en aprendizajes prácticos, permite constituir una estrategia fundamental para el desarrollo de habilidades interdisciplinarias en los estudiantes, al mismo tiempo que fomenta el aprendizaje significativo.

El rol del docente con sólidos conocimientos teóricos y dominio de las tecnologías de la información, apoyado con una infraestructura adecuada, es fundamental para fomentar la innovación y el aprendizaje en el marco STEAM.

El enfoque STEAM favorece el uso de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), facilitando el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas a través de experiencias reales y colaborativas.

El uso de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, la robótica y la realidad virtual dentro del enfoque STEAM seguirá en expansión, permitiendo abordar problemáticas globales mediante proyectos interdisciplinarios que fomenten la sostenibilidad y el impacto social positivo.

La educación STEAM permite integrar conocimientos, técnicas y enfoques propios del campo mediante la enseñanza situacional, desarrollando habilidades claves para su desempeño personal y profesional, las cuales se van a ir mejorando continuamente, mediante la evaluación y supervisión realizada en los cursos.

La vinculación entre instituciones educativas y el sector productivo es clave para fortalecer la adquisición de competencias prácticas y facilitar la inserción de los estudiantes en el ámbito profesional.

Las instituciones de educación pueden adaptar el marco STEAM a sus planes de estudio, tomando en consideración que este promueve el trabajo colaborativo y las metodologías activas logrando educación inclusiva, con perspectiva transdisciplinaria y alfabetización integral en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

5. Referencias

[1] Y. Zhou y Y. Liu, «Discussion on Development Strategy of STEAM Education and Information Integration», en *Proceedings of the 2023 4th International Conference on Education Development and Studies*, en ICEDS '23. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2023, pp. 29-34. doi: 10.1145/3591139.3591146.

[2] G. Yakman, «*STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education*», en Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching, Salt Lake City, USA, 2008.

[3] L. Shuguang y S. Yungui, «The Connotation, Characteristics and Implementation Path of STEAM Education», en *Proceedings of the 2019 7th International Conference on Information and Education Technology*, en ICIET 2019. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019, pp. 87-91. doi: 10.1145/3323771.3323799.

[4] B. Clark y C. Button, «Sustainability transdisciplinary education model: interface of arts, science, and community (STEM)», *Int. J. Sustain. High. Educ.*, vol. 12, n.º 1, pp. 41-54, ene. 2011, doi: 10.1108/14676371111098294.

[5] R. Landesman, J. Salac, y A. J. Ko, «Facilitating Teens as Ethical Sensemakers of Technology», en *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2*, en SIGCSE 2024. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2024, pp. 1712-1713. doi: 10.1145/3626253.3635510.

[6] A. Víquez y I. Hernández, «The State of the Art of STEM in Costa Rica», en *Proceedings of the 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2024): "Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0."*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2024. doi: 10.18687/LACCEI2024.1.1.1604.

[7] E. Gómez-Luna, D. Fernando-Navas, G. Aponte-Mayor, y L. A. Betancourt-Buitrago, «Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización», *DYNA*, vol. 81, n.º 184, pp. 158-163, abr. 2014, doi: 10.15446/dyna.v81n184.37066.

[8] A. Buxton, L. Kay, y B. Nutbrown, «Developing a Makerspace Learning and Assessment Framework», en *6th FabLearn Europe / MakeEd Conference 2022*, en FabLearn Europe / MakeEd 2022. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2022. doi: 10.1145/3535227.3535232.

[9] J. C. Olabe, X. Basogain, y M. A. Olabe, «Educational Makerspaces and Conceptual Art Projects Supporting STEAM Education», en *Proceedings of the 2020 4th International Conference on Education and E-Learning*, en ICEEL '20. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2021, pp. 142-149. doi: 10.1145/3439147.3439171.

[10] C. Zou, «Research on STEAM Education in China under the Framework of Supply and Demand Theory», en *Proceedings of the 2021 7th International Conference on Education and Training Technologies*, en ICETT '21. New York,

NY, USA: Association for Computing Machinery, 2021, pp. 145-152. doi: 10.1145/3463531.3463554.

[11] K. Kahn, C. S. Montero, y C. Voigt, «STEAM learning in formal and informal settings via craft and maker projects», en *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children*, en IDC '18. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018, pp. 728-733. doi: 10.1145/3202185.3205869.

[12] DE. Gallego M., «Caracterización de Programas de Educación con enfoque STEAM Science, Technology, Enginnering, Arts and Mathematics-, que fomentan la cultura científica y de la innovación en las comunidades educativas de la ciudad de Medellín», Universitat Politècnica de València, Departamento de Proyectos de Ingeniería, 2018. http://hdl.handle.net/10251/116370

[13] P. García-Llamas, A. Taboada, P. Sanz-Chumillas, L. Lopes, R. Baelo, «Breaking barriers in STEAM education: Analyzing competence acquisition through project-based learning in a European context», *International Journal of Educational Research Open*, vol. 8, 2025. doi: 10.1016/j.ijedro.2025.100449.

[14] L. Chia-Yu, W. Chao-Jung, «Extracting the actions of contextual understanding in STEAM research: Direction for STEAM course design», *Thinking Skills and Creativity*, vol. 56, 2025. doi: 10.1016/j.tsc.2025.101770.

[15] A.G. Lam-Byrne, «El aprendizaje STEAM: una práctica inclusiva», *Revista Científica Episteme y Tekne*, vol. 2, n.º 1, 2023, doi: 10.51252/rceyt.v2i1.466.

El programa STEAM de enriquecimiento educativo para alumnado de altas capacidades como estrategia de alfabetización científica

Amelia Calonge García[1], M. Teresa Rodríguez Laguna[2], M. Dolores López Carrillo[1], Germán Ros Magán[3], Miriam Hernández del Barco[3], Arantxa Fraile Rey[3], Alberto Lastra Sedano[3], Julio Pastor[4], Iñigo Rodríguez Arteche[5], Irene Suárez Lacalle[6]

[1] Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Universidad de Alcalá (España)
maariadolores.lopez@uah.es; a.calonge@uah.es

[2] Departamento de Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química. Universidad de Alcalá (España)
mayte.rlaguna@uah.es

[3] Departamento de Física y Matemáticas. Universidad de Alcalá (España)
german.ros@uah.es; miriamandrea.hernand@uah.es; arantzazu.fraile@uah.es; alberto.lastra@uah.es

[4] Departamento de Electrónica. Universidad de Alcalá (España)
julio.pastor@uah.es

[5] Departamento de Educación. Universidad de Almería (España)
inigorar@ual.es

[6] Centro de Enseñanza Superior en Humanidades y Ciencias de la Educación "Don Bosco" (España) isuarez@cesdonbosco.com

Resumen. Se aborda una propuesta STEAM (iniciales en inglés de Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) para el alumnado con altas capacidades a través del diseño, implementación y evaluación de un programa de enriquecimiento educativo extracurricular. Actualmente la investigación educativa propone seguir enfoques STEAM como vía para integrar el conocimiento de las áreas involucradas, y contribuir al desarrollo de actitudes positivas hacia las mismas. En este marco se implementó una experiencia piloto de este programa en dos colegios españoles (Sagrado Corazón de Guadalajara y Agustiniano de Madrid) durante los cursos 2022/23; 2023/24 y 2024/25. En todos los casos estuvo dirigido a la etapa de Educación Primaria (9 a 11 años) y a algunos grupos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Los resultados obtenidos antes de la intervención indicaron percepciones superficiales sobre las Ciencias, pero después de la intervención hubo una evidente profundización en estos conocimientos científicos. En este contexto, se constató que el programa de enriquecimiento educativo favoreció el acercamiento de los participantes a las Ciencias.

Palabras clave: STEAM. Programa de enriquecimiento educativo. Altas capacidades. Alfabetización científica.

1. Introducción

El alumnado de altas capacidades no ha recibido tradicionalmente atención adecuada en los centros escolares españoles, en parte debido a su escasa detección. Sin embargo, en los últimos años esta tendencia se ha reconducido debido a la creciente demanda por parte de las familias de la atención a este tipo de alumnado, pero también por el mayor interés generado al respecto tanto en los centros educativos, en las propias instituciones y en la investigación educativa [1]. Una prueba de ello es el creciente interés en este tema por parte de las Consejerías de Educación de los diferentes gobiernos autonómicos en España. A título de ejemplo, el Gobierno de Castilla-La Mancha aprobó el Decreto 92/2022 de 16 de agosto, por el que se regula la organización de la orientación académica, educativa y profesional en Castilla-La Mancha, donde se incluye como uno de los objetivos prioritarios potenciar la respuesta educativa del alumnado con altas capacidades. En esta comunicación se describe una propuesta STEAM para el alumnado con altas capacidades a través del diseño, implementación y evaluación de un programa de enriquecimiento educativo extracurricular.

2. Contexto

Los programas de enriquecimiento educativo destinados al colectivo de alumnado de altas capacidades constituyen una actividad relativamente joven, en plena etapa de crecimiento, tal y como lo refleja el aumento continuo de centros en los cuales se está implementando y de comunidades autónomas involucradas.

De acuerdo con el modelo de Renzulli, nuestra propuesta se desarrolla desde una perspectiva inclusiva. Este modelo considera alumnado de altas capacidades a aquel que destaca en alguno de estos aspectos: 1) alta capacidad intelectual (sería el estudiante típicamente superdotado), 2) la creatividad o 3) la perseverancia en la tarea [2]. Cabe recordar que estos tres elementos no son el punto de partida en todo alumnado de altas capacidades, sino el punto final que se trata de alcanzar.

Con la presente propuesta pretendemos dar cabida a un alumnado diverso con el objetivo de fomentar sus múltiples capacidades. Así, consideramos el enriquecimiento como una actuación educativa encaminada a ofrecer aprendizajes más ricos y variados a través de la modificación en la profundidad y en la extensión del contenido y de la metodología a emplear en la enseñanza [3]. De hecho, el propio Renzulli, en su modelo triádico [4], establece 3 tipos de enriquecimiento. En el caso de esta propuesta se enmarca en el nivel III, puesto que está dirigido al alumnado ya seleccionado por los equipos de orientación de los centros educativos con un perfil de altas capacidades.

Para la implementación de la propuesta hemos optado por el enfoque STEAM (acrónimo en inglés de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) por considerarlo idóneo para lograr un aprendizaje más integrador y global del conocimiento. Desde nuestra perspectiva, entendemos la integración disciplinar y su orientación a la resolución de retos y problemas como pilares de este enfoque STEAM.

Con la mirada puesta en cualquier tipo de alumnado, conviene recordar que la alfabetización STEAM no significa lograr la alfabetización en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas por separado. Es decir, STEAM no es un acrónimo que

represente cinco áreas de conocimiento independientes, sino más bien, un acercamiento transdisciplinario donde los conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas se aplican en contextos reales que permiten generar conexiones entre la escuela, la sociedad, el trabajo y la empresa global. En esta línea, varias investigaciones demuestran que STEAM aumenta la motivación, el interés y la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje en las disciplinas consideradas [5]. Igualmente lo confirman programas completos desarrollados en Estados Unidos a lo largo de 2 años con formación de profesores, asesoramiento, seguimiento, evaluación de este incluyendo evaluadores externos, etc. [6].

Este enfoque también se está aplicando con el alumnado de altas capacidades. En este sentido Wilson [7] propone las claves del éxito en STEAM para este tipo de estudiantes, los cuales son objeto de estudio de nuestra propuesta: (1) prácticas diversas para descubrir las preferencias individuales; (2) proporcionar tiempo y flexibilidad para que los estudiantes exploren y desarrollen su interés; (3) contextualizar el contenido con prácticas de profesionales expertos; (4) desarrollar el pensamiento profundo, así como la creatividad y las habilidades visuales-espaciales que son necesarias en las disciplinas STEM.

También se ha demostrado una correlación positiva y significativa entre la motivación, la creatividad y la integración disciplinar [8]. Asimismo, las prácticas de integración curricular en la educación de estos alumnos incrementan el razonamiento conceptual, el pensamiento crítico y el aprendizaje de contenidos, estableciendo un marco que favorece el compromiso del alumno en la exploración activa, el análisis y la discusión de materiales y temas avanzados [9]. Por otro lado, se evidencia que este enfoque integrador logra fomentar la autoconfianza de los estudiantes [10].

3. Desarrollo de la propuesta

Se han diseñado actividades de las diferentes áreas STEAM y se están implementando en dos centros educativos con un total de 100 estudiantes. Se trata del Colegio Sagrado Corazón de Guadalajara, donde se han organizado tres grupos de estudiantes desde 3º de Educación Primaria hasta 3º de la ESO, y el Colegio Agustiniano de Madrid, con otros tres grupos desde 2º de Primaria hasta 4º de la ESO.

3.1. Actividades STEAM

Desde el ámbito científico se abordaron temas relativos a la Física, pero en conexión con otros ámbitos propios del enfoque STEAM. En esta línea, los grupos de 3º y 4º de Primaria llevaron a cabo una actividad sobre el estudio del *centro de gravedad* de los objetos y su relación con el equilibrio, progresando en nivel de complejidad desde objetos en 1 y 2 dimensiones hasta estructuras en 3D a partir de la manipulación de materiales caseros, la construcción de equilibristas y de modelos de la Torre de Pisa [11]. En 5º y 6º de Primaria estudiaron el *sonido* a través de la metodología de indagación guiada, planteando hipótesis relacionadas con las cualidades del sonido en diversos instrumentos musicales, proponiendo y realizando sus diseños experimentales, analizando los datos para verificar las hipótesis y así alcanzar sus propias conclusiones [12]. En otra jornada se desarrolló la actividad *"¿Qué pelota bota más?"*, la cual se

adaptó para alumnado desde 3º de Primaria hasta 4º de la ESO. Se analizaron aspectos como la elasticidad de los cuerpos, las leyes de Newton y la conservación de la energía a través de un proceso de indagación y, además, se incluyó la modelización del fenómeno en el grupo de más edad, mediante el análisis del movimiento con el software de vídeo Tracker y de la visualización de los datos con Excel.

Los grupos de 1º de ESO participaron en una serie de actividades experimentales bajo la temática *"El mundo de las maravillas"*, con el objetivo de fomentar el aprendizaje a través de la indagación y la experimentación. Las primeras sesiones se centraron en *"Las maravillas del cambio"*, explorando el color y sus transformaciones. En particular, durante la primera sesión titulada *"El maravilloso lenguaje de los colores"*, los estudiantes analizaron la percepción y significado del color en distintas disciplinas, experimentaron sobre cambios de color y exploraron ilusiones ópticas. La segunda sesión, *"Los colores de los rotus"*, incluyó experiencias con la absorción del agua en diferentes materiales y una actividad de cromatografía para descomponer colores de rotuladores y comprobar su composición. Posteriormente, realizaron experimentos sobre cristalización, reacciones químicas y conservación de la materia, tanto en los cambios físicos como en los químicos. Así, en la actividad denominada *"Árboles de Cristal"*, los estudiantes observaron la formación de cristales, mientras que, con bicarbonato y agua, exploraban el proceso de disolución y el cumplimiento de la conservación de la masa. En otra sesión, experimentaron con bicarbonato y vinagre para estudiar la formación de gases, incluso midieron la concentración de dióxido de carbono producido, y aprendieron sobre la acidificación de los océanos con conchas en vinagre. Esta sesión se completó con una simulación de actividad volcánica realizada con plastilina, un envase de yogur líquido, vinagre, pimentón y bicarbonato (Fig. 1).

Fig. 1. Participantes en el Programa de Enriquecimiento Educativo para Alumnos con Altas Capacidades (Colegio Sagrado Corazón de Guadalajara) simulando actividad volcánica.

Desde el ámbito de las Matemáticas, en el grupo de 2º y 3º de ESO se hizo especial hincapié en actividades que fomentaran la visión espacial y la geometría. Se estimó que la mejor forma de hacerlo para captar la atención y el interés podría ser a través de distintas sesiones con el uso de ordenador, y abordando distintos temas de interés. Una primera sesión se dedicó a iniciar al grupo en el manejo del programa *Geogebra*, para continuar con construcciones propias de distintos *fractales* con dicho software, como

el copo de nieve de Koch, o el triángulo de Sierpinski. En conexión con esta actividad se dieron a conocer distintas páginas de internet que permiten acercar al usuario "infinitamente" hasta cualquier profundidad en un fractal, lo que causó una gran impresión y aceptación en el aula.

Las siguientes sesiones fueron destinadas a reproducir elementos geométricos presentes en *objetos arquitectónicos* mediante Geogebra, y un posterior diseño, que favoreció la imaginación de la clase (Fig. 2). Una última sesión fue especialmente interesante, en la que se planteó la "demostración" de un teorema clásico mediante Geogebra. Cada persona en el aula contó con un teorema clásico distinto, de corte geométrico, que pudo representar. Así, la clase hizo suyos teoremas que se conocen desde hace siglos, pero que sintieron muy cercanos.

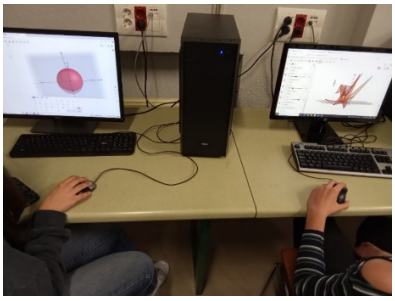


Fig. 2. Diseñando elementos geométricos (Colegio Agustiniano de Madrid).

Fig. 3. Reflexionando como actuar ante un tsunami (Colegio Sagrado Corazón de Guadalajara).

Por último, desarrollamos el taller *Prevenir las catástrofes* tanto con los grupos de Educación Primaría como de Secundaria. A través de las actividades de este taller (Fig. 3) se sugiere cómo gestionar los riesgos naturales de forma eficiente, con el objetivo de poner en valor y sacar el máximo provecho de un recurso libre y gratuito existente en la red: https://www.stopdisastersgame.org/ *¡Alto a los desastres!* es un juego de simulación creado por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) de las Naciones Unidas. La actividad se ha enfocado para trabajar la parte más preventiva y operacional de los riesgos naturales, sin dejar de lado el fenómeno natural, ya que entender el mecanismo que lo produce ayudará a gestionarlo de forma adecuada. Así, a partir de la introducción del riesgo se explican los conceptos que forman parte de su definición. Para realizar la actividad se ha preparado una plantilla [13] que ayuda a ordenar y a discutir los distintos componentes que forman parte de un sistema de gestión del riesgo (prevención, mitigación, emergencia y reconstrucción). Ganar la partida significa, por una parte, entender que no se puede impedir que ocurran inundaciones, terremotos, tsunamis, huracanes y otros fenómenos naturales [14]. Y, por otra, que este hecho hace que las únicas estrategias posibles para reducir sus efectos y protegernos de ellos sean a través de la prevención, de la mitigación y de la preparación ante el desastre, esto es, a través de la formación y la información.

3.2. Valoración del Programa STEAM por el alumnado

En la Tabla 1 se muestra el cuestionario de valoración sobre la satisfacción y el impacto de la propuesta STEAM realizado por el alumnado. Las respuestas indican su grado de acuerdo con las afirmaciones en escala 1 (mínimo) – 6 (máximo). Los resultados se muestran en la Figura 4.

Tabla. 1. Preguntas del cuestionario de valoración del alumnado

Código	Enunciado
V1	Me siento satisfecho/a con las actividades de ciencias experimentales
V2	Me siento satisfecho/a con las actividades de tecnología/ingeniería
V3	Me siento satisfecho/a con las actividades de matemáticas
V4	Me siento satisfecho/a con las actividades de artes
V5	Me siento satisfecho/a con el proyecto final realizado
V6	El curso STEAM ha supuesto para mí nuevos aprendizajes
V7	En el curso STEAM he desarrollado nuevas habilidades y destrezas
V8	En el curso STEAM he podido desarrollar mis habilidades sociales
V9	Participar en el curso STEAM me genera emociones positivas
V10	El curso STEAM ha satisfecho mis expectativas

Los resultados muestran la satisfacción del alumnado con el conjunto de actividades desarrolladas en cada una de las áreas STEAM. Destaca especialmente la realización del proyecto final, donde se integraban las diferentes disciplinas. Se observa un impacto positivo en algunas declaraciones relacionadas con el hecho de que el programa ha logrado fomentar el desarrollo de sus habilidades sociales, destrezas y nuevos aprendizajes, y, además, mostrando que la propuesta STEAM tiene un impacto formativo significativo. Además, el alumnado comenta que durante el programa se han generado emociones positivas. Así pues, en general, la mayoría afirma que se han cumplido sus expectativas.

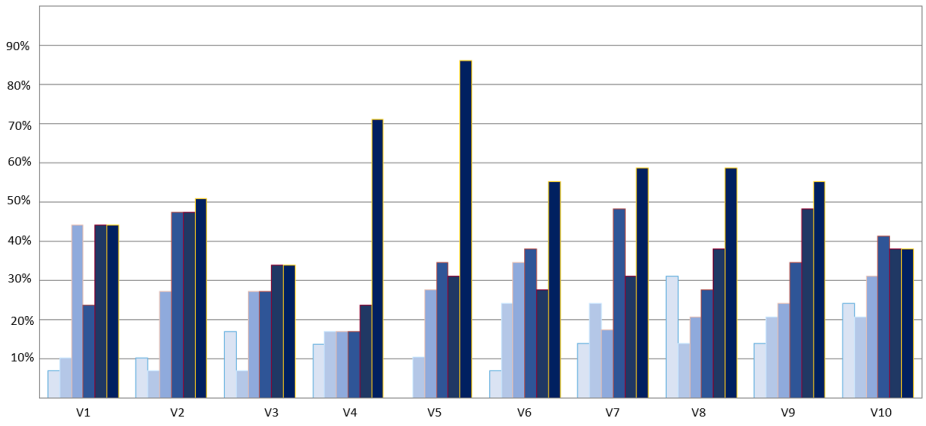


Fig. 4. Gráfica de respuestas a una encuesta sobre la satisfacción y el impacto del proyecto STEAM.

4. Consideraciones finales

En base a los resultados obtenidos en la implementación de esta iniciativa a lo largo de las tres ediciones realizadas, queremos destacar la alta motivación encontrada en los niños/as y la generación de emociones positivas, al tiempo que se ha favorecido el aprendizaje significativo de los contenidos y el desarrollo de habilidades sociales y destrezas en las diferentes áreas STEAM.

En el caso particular de los contenidos científicos, llama la atención la gran importancia de realizar actividades en las que el alumnado sea partícipe activo y relacione la teoría con la práctica para facilitar el proceso de enseñanza – aprendizaje. Estas experiencias han permitido a los participantes desarrollar el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo colaborativo, fortaleciendo su comprensión científica de manera dinámica e interactiva. La vinculación con la vida cotidiana y los Objetivos de Desarrollo Sostenible ha potenciado el aprendizaje significativo, promoviendo la curiosidad y el asombro por la ciencia.

En base a nuestra experiencia, animamos a colaborar con programas de enriquecimiento para alumnado con altas capacidades, para que estos estudiantes amplíen el abordaje de la Ciencia y sus relaciones con la realidad, con el fin de que este conocimiento les permita conocer y cuidar el planeta donde viven, la Tierra.

Referencias

[1] J. Tourón, La educación de los más capaces: un reto educativo y social. *Revista Española de Pedagogía*, 240, 197-202, 2008.

[2] J. S. Renzulli, What is this thing called giftedness, and how do we developed it? A twenty – five year perspective. *Journal for the Education of the Gifted,* 23(1), 3-54, 1999.

[3] C. Jiménez, Diagnóstico y educación de los más capaces. España, Formación Alcalá. 2010.

[4] J. S. Renzulli, The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press 1977.

5] D. Henrkisen, M. DeSchryver, P. Mishra, Deep-Play Research Group, Rethinking technology & creativity in the 21st century transform and transcend: synthesis as a trans-disciplinary approach to thinking and learning. *TechTrends* 59(4):5, 2015 https://doi.org/10.1007/s11528-015-0863-9

[6] S. B. Bush, K. L. Cookb, R. N. R. N. Ronauc, C. R. Rakesd, M. J. Mohr-Schroedere, & J. Saderholmf, J, A Highly Structured Collaborative STEAM

Program: Enacting a Professional Development Framework. EDITORIAL BOARD, 106. 2015

[7] H. E. Wilson, Integrating the Arts and STEM for Gifted Learners. *Roeper Review*, 40(2), 108–20, 2018. https://doi.org/10.1080/02783193.2018.143471

[8] C. Lage-Gómez, & G. Ros, Transdisciplinary integration and its implementation in primary education through two STEAM projects. *Journal for the Study of Education and Development,* 44 (4), 801-837, 2021. ttps://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925474.143471

[9] C. A. Little, A. X. Feng, J. VanTassel-Baska, K. B. Rogers, & L. D. Avery, A study of curriculum effectiveness in social studies. *Gifted Child Quarterly*, 51, 272-284. 2007.

[10] L. Dieker, K. Grillo, & N. Ramlakhan, The use of virtual and simulated teaching and learning environments: Inviting gifted students into science, technology, engineering, and mathematics careers (STEM) through summer partnerships. *Gifted Education International*, 28(1), 96-106, 2012. https://doi.org/10.1177/0261429411427

[11] G. Ros, I. Rodríguez Arteche, & M. Hernández del Barco, Impacto emocional de la comprensión epistemológica del concepto" centro de gravedad". En 31 *Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales: Hacia una educación científica alineada con la Agenda 203*0 (pp. 453-458). Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional. Universidad de Burgos. 2024

[12] I. Rodríguez Arteche, G. Ros, M. L. Talavera, & A: A. Orlowska, El sonido de una orquesta: STEAM e indagación con apps. *Aula de Innovación Educativa*, 336, 73-74, 2024

[13] M. González, A. Calonge, D. Brusi, & P. Alfaro, ¡Prevenir las catástrofes! Simulando la gestión de los riesgos naturales. *Libro de Actas de la XV edición del Programa Ciencia en Acción*. pp. 169-170. 2014

[14] A. Calonge, M.D. López Carrillo, & G. Ros, Enseñando Geología en el programa STEAM de enriquecimiento educativo para alumnado de altas capacidades. *Geotemas,* 20, 493-496. 2024

Agradecimiento: Este trabajo ha sido realizado gracias el Proyecto SBPLY/23/180225/000129 cofinanciado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y de la Agencia de Investigación e Innovación de Castilla-La Mancha, y por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Los autores quieren agradecer a los centros educativos participantes: Colegio Sagrado Corazón de Guadalajara y Colegio Agustiniano de Madrid.

Hacia una Educación Rural de Calidad: STEM y Aprendizaje Remoto como Herramientas de Cambio

Marcelo Caplan[1],

[1] Escuela de Diseño, Columbia College Chicago (USA)

mcaplan1963@gmail.com

Resumen. La educación en América Latina enfrenta desigualdades entre zonas urbanas y rurales, especialmente en el acceso a enseñanza de calidad y recursos. Para reducir esta brecha, este proyecto explora el impacto de la educación remota en escuelas rurales a través de tres estrategias: enseñanza a distancia con instructores urbanos, acceso a plataformas de aprendizaje con materiales de alta calidad y un modelo híbrido que combina instrucción remota con apoyo presencial local. Un curso piloto sobre energía y sostenibilidad fue implementado en escuelas rurales, con sesiones sincrónicas, apoyo presencial y actividades prácticas, como la construcción de cargadores solares y microrredes eléctricas. Tras el éxito inicial, el proyecto se amplió a 23 escuelas, demostrando la viabilidad de este modelo. La evaluación del impacto mostró mejoras significativas en los contenidos STEM y un aumento en el interés por carreras en las áreas de STEM. Además, los proyectos prácticos empoderaron a las comunidades con conocimientos sobre energía renovable. Estos resultados destacan el potencial de la educación remota para mejorar la equidad educativa en regiones rurales, ofreciendo un enfoque escalable y sostenible para la enseñanza STEM en América Latina.

Palabras clave: Educación con enfoque STEM, Educación Remota, Energía Renovable, Educación en escuelas Rurales

1. Introducción

La educación en América Latina presenta disparidades entre áreas urbanas y rurales, especialmente en el acceso a instrucción de calidad y recursos. Mientras que las escuelas urbanas cuentan con docentes calificados, las rurales enfrentan escasez de maestros especializados y baja integración tecnológica, afectando la educación secundaria.

Para abordar estos desafíos, este proyecto investiga cómo la educación remota puede cerrar la brecha educativa proporcionando instrucción y recursos de calidad a los estudiantes rurales. El enfoque se basa en tres implementaciones clave: (1) enseñanza remota con educadores urbanos altamente calificados, (2) acceso a un sistema de gestión del aprendizaje con materiales educativos de alta calidad, y (3) un modelo híbrido en el que los maestros urbanos colaboran con educadores locales para brindar apoyo presencial. Estos elementos trabajan en conjunto para mejorar el compromiso y la comprensión de los estudiantes en materias STEM.

Se diseñó y entregó de forma remota un curso piloto centrado en la transformación de la energía y la sostenibilidad para escuelas rurales. El plan de estudios incluyó ocho sesiones semanales sincrónicas dirigidas por un "instructor remoto" urbano, complementadas por un maestro local para el apoyo presencial. Los estudiantes también participaron en actividades asincrónicas para reforzar el aprendizaje. Las dos últimas sesiones incluyeron proyectos prácticos en los que los estudiantes construyeron un cargador solar para teléfonos y una microrred capaz de proporcionar energía eléctrica a un aula. Estos proyectos tenían como objetivo desarrollar habilidades prácticas en STEM y empoderar a las comunidades rurales con conocimientos sobre soluciones de energía renovable.

Tras el éxito del piloto inicial, el proyecto se amplió en dos implementaciones posteriores. La segunda fase involucró a 11 escuelas rurales en América Latina, validando la efectividad de la metodología en diversos entornos rurales. La tercera fase se expandió aún más para incluir 23 escuelas, con 12 bajo el Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) de México, una iniciativa dirigida a áreas rurales desfavorecidas. Estas implementaciones más amplias demostraron la viabilidad y escalabilidad del aprendizaje remoto para mejorar la educación STEM en estudiantes rurales.

El impacto del proyecto se evaluó mediante pruebas previas y posteriores para medir el conocimiento del contenido, encuestas a los estudiantes sobre su actitud hacia las carreras STEM y el análisis de su participación en actividades sincrónicas y asincrónicas. Los resultados indicaron una mejora significativa en la comprensión de los conceptos STEM y un creciente interés en carreras relacionadas con la ciencia y la tecnología. Además, los proyectos prácticos demostraron el potencial de las comunidades rurales para generar y gestionar energía eléctrica de manera independiente, reforzando los beneficios prácticos de la educación STEM.

Este estudio resalta el potencial de la educación remota como una herramienta para cerrar las brechas educativas en áreas rurales. Al aprovechar la tecnología, la instrucción experta y el apoyo local, proporciona un modelo replicable y escalable para ofrecer educación STEM de alta calidad a regiones desfavorecidas. Los hallazgos aportan información valiosa sobre los desafíos y mejores prácticas para la implementación del aprendizaje remoto en entornos con recursos limitados, ofreciendo un enfoque sostenible para la equidad educativa en América Latina.

2. Marco Teórico

El modelo educativo desarrollado para proporcionar educación STEM de calidad en zonas rurales se basa en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la Educación Remota.

2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

El ABP es un enfoque centrado en el estudiante basado en principios constructivistas, promoviendo la participación en proyectos significativos que permiten adquirir conocimientos y desarrollar habilidades como la resolución de problemas, la colaboración y la creatividad [2,3].

Características clave del ABP:

1. Aprendizaje centrado en el estudiante: Fomenta la autonomía y la relevancia [4].
2. Desarrollo de habilidades: Impulsa competencias del siglo XXI como pensamiento crítico, comunicación y creatividad [5].
3. Enfoque interdisciplinario: Integra varias disciplinas para una comprensión holística [6].
4. Colaboración: El trabajo en equipo mejora la interacción social y la retención del conocimiento [7].
5. Evaluación auténtica: Se centra en productos tangibles y procesos reflexivos, desarrollando habilidades metacognitivas [8].

Desafíos del ABP:

- Complejidad en la planificación: Es necesario diseñar proyectos alineados con los objetivos de aprendizaje y los recursos disponibles [4].
- Limitación de recursos: La falta de materiales y tecnología puede dificultar la implementación, especialmente en áreas rurales [8].
- Formación docente: Se requiere capacitación para fomentar un aprendizaje autónomo y colaborativo [4].

2.2 Educación Remota

La educación remota, distinta de la educación a distancia, surgió principalmente como respuesta a emergencias, como la pandemia de COVID-19 [9]. Mientras que la educación a distancia es estructurada y planificada, la educación remota se implementó de manera inmediata para superar restricciones de movilidad [10].

Educación híbrida: La educación remota ha evolucionado hacia modelos híbridos que combinan métodos sincrónicos y asincrónicos. Esto permite que estudiantes en regiones apartadas accedan a materiales educativos y tengan interacciones en tiempo real con instructores. Plataformas como Moodle y Zoom han facilitado estos modelos, promoviendo la personalización del aprendizaje [11]. Sin embargo, persisten desafíos como la brecha digital en zonas rurales, donde el acceso a dispositivos y a una conexión estable es limitado [12].

Para mitigar estas dificultades, se proponen estrategias como:

- Provisión de dispositivos accesibles y conectividad a internet.
- Uso de módulos asincrónicos para reducir la dependencia de la conexión en tiempo real [13].
- Desarrollo profesional continuo para que los docentes se adapten a herramientas digitales y metodologías híbridas [14].

2.3 Fomento de la Educación STEM en Zonas Rurales

El proyecto integra la educación remota con PBL para reducir las brechas en la enseñanza STEM en comunidades rurales. Se busca proporcionar experiencias de aprendizaje significativas con énfasis en:

1. Proyectos de energía y sostenibilidad: Los estudiantes diseñan microrredes sostenibles, vinculando la educación con las necesidades de sus comunidades.

2. Módulos interdisciplinarios STEM: Se fomenta la integración de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para desarrollar habilidades de resolución de problemas.
3. Apoyo de instructores locales: La colaboración con docentes locales garantiza la pertinencia cultural y un acompañamiento continuo.
4. Participación comunitaria: Se diseñan proyectos que resuelven problemas locales, aumentando la motivación estudiantil y el impacto social (Lucas Education Research, 2020).

3. Implementación del Proyecto Microgrid

3.1 Primera fase del proyecto (plan piloto):

El piloto demostró que estudiantes en zonas rurales sin acceso a recursos tecnológicos avanzados o docentes especializados lograron construir sistemas de microrredes en sus escuelas mientras adquirían conocimientos académicos. Además, el proyecto no solo fomentó el aprendizaje, sino que también fortaleció a la comunidad, ya que los estudiantes se convirtieron en agentes clave en la provisión de electricidad mediante energías renovables.

3.2 Segunda fase: Expansión y escalabilidad:

Con base en los aprendizajes del piloto, la segunda fase amplía el proyecto a doce escuelas, extendiendo su alcance y profundizando su impacto. Sus objetivos principales son:

1. Escalar el proyecto: Adaptar la metodología a una mayor cantidad de estudiantes y contextos diversos.
2. Refinar la metodología: Incorporar mejoras según los desafíos y retroalimentación de la fase inicial.

En esta fase, se incluyen nuevas herramientas educativas, como el uso ampliado de plataformas digitales, actividades asincrónicas y experiencias prácticas mejoradas. Esto busca fortalecer la comprensión de tecnologías de energía renovable y fomentar el interés por carreras STEM entre jóvenes de zonas apartadas.

La expansión a doce escuelas permitirá evaluar la escalabilidad del proyecto, con el objetivo de desarrollar un modelo replicable en otras regiones con desafíos similares en educación y acceso a energía.

4. Resumen de la implementación de Microgrid V1.0, V2.0 y V3.0

El proyecto *Microgrid* nació con el objetivo de reducir la brecha educativa en comunidades rurales de América Latina a través de un modelo híbrido de aprendizaje STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Su enfoque combina

enseñanza remota sincrónica con apoyo local asincrónico, permitiendo a los estudiantes adquirir conocimientos prácticos en energía, electricidad y sostenibilidad.

4.1 Microgrid V1.0: Pilotaje inicial

En su primera versión, Microgrid V1.0 se implementó en cuatro escuelas de Argentina, Colombia y México, enfocándose en energía solar y desarrollo de microredes. Se estructuró en ocho sesiones semanales con instructores remotos y docentes locales. Los estudiantes construyeron prototipos, como un cargador solar y una microred funcional. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en el aprendizaje, pero surgieron desafíos:

- Deficiencias en la conectividad, que dificultaron la participación en sesiones sincrónicas.
- Falta de capacitación docente, lo que afectó el apoyo local.
- Condiciones climáticas y acceso a escuelas, limitando la continuidad del programa.

Para Microgrid V2.0, se identificaron mejoras clave, como mayor capacitación docente, aumento de actividades prácticas y soluciones para la conectividad.

4.2 Microgrid V2.0: Expansión y mejoras

Con base en la retroalimentación de la fase piloto, Microgrid V2.0 se implementó en 14 escuelas de Colombia, México, Argentina y República Dominicana. Se establecieron alianzas con universidades e instituciones educativas, delegando parte de la logística a actores locales.

Las mejoras más relevantes fueron:

1. Capacitación obligatoria para docentes locales, asegurando su preparación en contenido STEM y herramientas digitales.
2. Mayor interacción entre instructores remotos y locales, fortaleciendo la enseñanza asincrónica.
3. Mejor uso de plataformas de gestión del aprendizaje (LMS) para mitigar problemas de conectividad.

Los resultados mostraron avances significativos en el aprendizaje, con un incremento promedio en los puntajes de evaluación final. Sin embargo, persistieron dificultades:

- Desigual compromiso docente, donde las escuelas con mayor involucramiento del docente local mostraron mejores resultados.
- Falta de integración curricular, reduciendo la motivación de algunos estudiantes.
- Alta tasa de deserción en la prueba final, lo que evidenció la necesidad de más seguimiento académico.

4.3 Microgrid V3.0: Escalabilidad y consolidación

En su tercera implementación, Microgrid V3.0 se expandió a 23 escuelas en México, Colombia, Honduras y Chile, con un fuerte respaldo del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE).

Principales innovaciones:

- Sesión sincrónica única para todas las escuelas, optimizando la enseñanza remota.

- Fortalecimiento de la tutoría local, asegurando mayor apoyo asincrónico.
- Análisis de impacto detallado, confirmando mejoras significativas en el aprendizaje.

Los estudiantes que participaron activamente en tareas asincrónicas mostraron mayor progreso. Sin embargo, la falta de apropiación del proyecto por parte de algunos docentes locales redujo el impacto en ciertas escuelas.

4.4 Conclusiones generales de las tres implementaciones

Las tres versiones de Microgrid han demostrado que un modelo híbrido de educación STEM puede transformar la enseñanza en comunidades rurales, pero su éxito depende de:

1. Capacitación docente previa y obligatoria.
2. Integración del curso en los planes de estudio para aumentar la motivación.
3. Fortalecimiento de la conectividad y acceso a recursos.

Seguidamente se presenta la Tabla 1, que compara los resultados de las tres implementaciones del proyecto Microgrid. En el futuro, se busca ampliar la implementación del modelo, asegurando su escalabilidad en más comunidades rurales de América Latina.

Tabla 1. Comparación entre las tres implementaciones del proyecto MicroGrid

Aspecto	Microgrid 1.0	Microgrid V2.0	Microgrid V3.0
Número de escuelas participantes	4 (Las 4 completaron las evaluaciones)	14 (11 completaron las evaluaciones)	23 (17 completaron las evaluaciones)
Número de estudiantes registrados	97	301	285
Tasa de finalización (pre y postest completado)	77.30%	56%	61.8%
Media inicial (pretest)	8.21	8.59	7.61
Media final (postest)	13.69	12.04	12.37
Significancia estadística (mejora en conocimientos)	Sí ($p < 0.001$)	Sí ($p < 0.001$)	Sí ($p < 0.001$)
Escuelas que reportaron un cambio significativo	3	7	8
Tamaño del efecto (Cohen's d)	0.96 (gran efecto)	0.797 (gran efecto)	0.894 (gran efecto)
Docentes participantes	8	16	21
Participación docente en capacitaciones	No hubo una capacitacion especifica	Menos del 50%	57%
Problemas logísticos reportados	Conectividad Inclemencias meteorologicas	Conectividad, integración curricular incompleta	Acceso desigual a LMS, recursos tecnológicos insuficientes
Duración de la implementación	7 Septiembre - 25 Noviembre 2023	18 marzo - 17 mayo 2024	10 septiembre - 29 octubre 2024
Impresion del curso (estudiantes)	8.89 de 10 (N=79)	8.47 de 10 (N=144)	7.8 de 10 (N=162)
Docentes: Interes en repetir el rol de docente local	9.5 de 10 (N=8)	9.43 de 10 (N=17)	7.14 de 10 (N=21)

5. Lecciones Aprendidas de la Implementación del Proyecto MicroGrid

Las tres fases de MicroGrid (V1.0, V2.0 y V3.0) han permitido evaluar la evolución del modelo de educación STEM en comunidades rurales. Cada iteración ajustó estrategias para mejorar la organización, el rol del docente local, la participación estudiantil y la evaluación del impacto, lo que ha generado aprendizajes clave para futuras implementaciones.
En términos de organización y logística, se comprobó que la descentralización de V2.0 facilitó la ampliación del proyecto, al delegar responsabilidades en instituciones más grandes, mientras que en V3.0 una mejor planificación y sistematización mejoraron la comunicación entre actores. Sin embargo, persistieron desafíos en la capacitación inicial de coordinadores locales, la falta de compromiso uniforme de algunas instituciones en V2.0 y las desigualdades tecnológicas en V3.0, que afectaron la equidad del acceso.

El rol del docente local fue determinante en todas las fases. Aquellos que mostraron mayor compromiso facilitaron la integración del contenido y ofrecieron retroalimentación efectiva, lo que impactó positivamente en la motivación y el rendimiento estudiantil. Sin embargo, en V1.0 y V2.0 algunos docentes no integraron el proyecto en su currículo, reduciendo la participación estudiantil. Además, la baja asistencia a sesiones de capacitación en V2.0 evidenció la necesidad de hacerlas obligatorias y adaptadas a sus necesidades.

En cuanto a la participación y aprendizaje estudiantil, las actividades prácticas y los proyectos finales en V2.0 y V3.0 resultaron altamente motivadores, especialmente en comunidades rurales. La combinación de sesiones sincrónicas y asincrónicas funcionó bien, permitiendo flexibilidad en el aprendizaje. Sin embargo, en algunas escuelas urbanas la percepción del curso como opcional redujo la participación, y los proyectos prácticos deberían ajustarse mejor a los contextos locales para reforzar su relevancia.
La evaluación del impacto confirmó mejoras significativas en los conocimientos STEM en todas las fases, con incrementos estadísticos en los puntajes de pretest a postest. En V3.0, se incorporaron análisis más robustos para medir el impacto. No obstante, se subestimó la importancia de incluir indicadores cualitativos que reflejaran el impacto en habilidades blandas y en la comunidad. La incorporación de grupos focales e entrevistas con estudiantes en futuras versiones permitiría comprender mejor estos efectos.

Para optimizar futuras implementaciones, se identificaron cuatro consideraciones clave. Primero, la escalabilidad requiere normativas claras para garantizar estándares mínimos de implementación. Segundo, la personalización es esencial para adaptar estrategias pedagógicas y logísticas a cada contexto. Tercero, el compromiso docente podría fortalecerse con incentivos y formación obligatoria. Cuarto, la sostenibilidad del proyecto depende de la colaboración con organizaciones comunitarias y actores locales.

Las lecciones aprendidas han consolidado MicroGrid como un modelo replicable y escalable de educación STEM remota, con un impacto positivo en la formación de los estudiantes y el fortalecimiento de comunidades educativas rurales.

6. Conclusiones

El Proyecto Microgrid ha demostrado ser una iniciativa efectiva para reducir la brecha en educación STEM en comunidades rurales. A través de sus tres fases (V1.0, V2.0 y V3.0), ha validado la combinación de aprendizaje remoto y metodologías basadas en proyectos como una estrategia exitosa para mejorar la comprensión de energía renovable y electricidad. Los resultados evidenciaron avances significativos en el aprendizaje, destacando la importancia de integrar instrucción teórica con experiencias prácticas.

Uno de los mayores logros del proyecto ha sido su capacidad para empoderar a los estudiantes al involucrarlos en la construcción de microredes funcionales, lo que fortaleció tanto su formación académica como su impacto en la comunidad. Además, su escalabilidad quedó demostrada al implementarse en contextos diversos, desde pequeñas escuelas rurales hasta redes educativas como CONAFE.

Sin embargo, surgieron desafíos clave. El compromiso docente fue un factor determinante: en escuelas con maestros activos, los resultados fueron más positivos, mientras que en aquellas con menor participación, la efectividad se redujo. Problemas de infraestructura y conectividad también limitaron la implementación en zonas remotas. Además, en algunas escuelas, la falta de integración curricular disminuyó el interés estudiantil.

Para futuras implementaciones, se recomienda una formación docente obligatoria, estrategias para superar barreras tecnológicas y una mayor alineación institucional para garantizar el éxito del programa. La descentralización logística ha sido clave para la escalabilidad, pero aún se requiere optimizar la coordinación entre instituciones.

Finalmente, el proyecto ha demostrado que la educación STEM no solo mejora el aprendizaje, sino que también promueve el desarrollo sostenible al involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas reales. Refinando sus estrategias, Microgrid continuará transformando comunidades y formando una nueva generación de innovadores en STEM.

7. Agradecimientos

El éxito del Proyecto Microgrid V1.0, V2.0 y V3.0 no habría sido posible sin el esfuerzo y compromiso de numerosas personas e instituciones. Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a los instructores locales, cuyo trabajo y dedicación fueron fundamentales para el desarrollo y éxito del proyecto, asegurando que los estudiantes recibieran un aprendizaje significativo y aplicado.

También agradecemos el valioso apoyo de las instituciones asociadas, cuya colaboración permitió ampliar el alcance del proyecto y fortalecer su impacto en las comunidades rurales. En particular, reconocemos la contribución de la Universidad del

Norte (Colombia), Computadoras para Educar (Colombia), la Universidad Autónoma de San Luis de Potosí (México), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (México), CONAFE (México) y el Instituto Politécnico Nacional de México - CICATA Unidad Legaria. Su respaldo institucional fue clave para la implementación y consolidación del modelo de educación híbrida en STEM.
Finalmente, extendemos nuestro profundo agradecimiento a los donantes y organizaciones que brindaron apoyo financiero y material, permitiendo que el proyecto alcanzara sus objetivos y beneficiara a más estudiantes en comunidades vulnerables. Su contribución ha sido esencial para la continuidad y expansión de esta iniciativa.

8. Referencias

[1] Caplan, M. (2024, June), Remote Learning: A Means to Advance Educational Equity in Isolated or Rural Regions. *Paper presented at 2024 ASEE Annual Conference & Exposition, Portlan*d, Oregon. 10.18260/1-2—47939 https://peer.asee.org/remote-learning-a-means-to-advance-educational-equity-in-isolated-or-rural-regions

[2] Almulla, M. A. (2020). The effectiveness of the project-based learning (ABP) approach as a way to engage students in learning. *Sage Open, 10*(3). https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2158244020938702

[3] Buck Institute for Education. (n.d.). What is PBL? *PBLWorks*. Retrieved September 16, 2022, from https://www.pblworks.org/what-is-pbl

[4] Markula, A., & Aksela, M. (2022). The key characteristics of project-based learning: How teachers implement projects in K-12 science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 4*(1), 2. https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s43031-021-00042-x.pdf

[5] Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-STEM project-based learning: Its impact on critical and creative thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 11–21. https://journal.unnes.ac.id/nju/jpii/article/download/21754/10145

[6] MacLeod, M., & Van der Veen, J. T. (2020). Scaffolding interdisciplinary project-based learning: A case study. *European Journal of Engineering Education, 45*(3), 363–377. https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/03043797.2019.1646210

[7] Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. I*nternational Journal of Educational Research*, 102, 101586. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035519325704

[8] Triana, D., Anggraito, Y. U., & Ridlo, S. (2020). Effectiveness of environmental change learning tools based on STEM-PjBL towards 4C skills of students. *Journal of Innovative Science Education, 9*(2), 181–187. https://journal.unnes.ac.id/sju/jise/article/download/34048/14220

[9] Leech, N. L., Gullett, S., Cummings, M. H., & Haug, C. A. (2022). The challenges of remote K–12 education during the COVID-19 pandemic: Differences by grade level. *Online Learning*, 26(1), 245–267. https://doi.org/10.24059/olj.v26i1.2609

[10] Daniela, L., & Visvizi, A. (2022). Remote learning in times of pandemic. *Routledge, Londo*n New York. https://www.researchgate.net/publication/355966318_Introduction_Remote_learning_as_a_mode_of_distance_learning

[11] Viñas, M. (2021). Retos y posibilidades de la educación híbrida en tiempos de pandemia. *Plurentes*, 11. https://revistas.unlp.edu.ar/PLR/article/view/12780/11503

[12] Billmayer, J., From, J., Lindberg, J. O., & Pettersson, F. (2020). Editorial: Remote teaching to ensure equal access to education in rural schools. *Education in the North, 27*(2), 1–6. https://doi.org/10.26203/h6z0-a321

[13] Muñoz-Najar, A., Gilberto, A., Hasan, A., Cobo, C., Azevedo, J. P., & Akmal, M. (2021). Remote learning during COVID-19: Lessons from today, principles for tomorrow. *The World Bank*. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1684-2

[14] Salvador, V. L. G. (2016). Docentes de asignaturas en línea de cursos híbridos: Adhesión, cambio de paradigma y capacitación [Tesis doctoral, Universidad de Barcelona].

Sumando Ética y filosofía de la ciencia a la educación STEAM en el Colegio Científico Costarricense, Sede San Carlos

Carlos Rodolfo González Zúñiga[1], Patricia López Estrada[1]

[1] Escuela de Idiomas y Ciencias Sociales. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Campus Tecnológico Local San Carlos (Costa Rica)
crgonzalez@itcr.ac.cr; plopez@itcr.ac.cr

Resumen. Este artículo describe la experiencia de incorporar la asignatura de Ética y filosofía de la Ciencia al currículo académico del estudiantado del Colegio Científico Costarricense, Sede San Carlos. Se describen características generales de la experiencia educativa desarrollada, los contenidos curriculares y el vínculo con el enfoque de educación STEAM. Además, se incorpora la descripción de una investigación cualitativa en proceso para conocer la percepción del estudiantado del colegio científico sobre las clases de Ética y filosofía de la ciencia.

Palabras clave: Enseñanza de la ética, enseñanza de la filosofía, educación STEAM, investigación cualitativa en educación.

1. Introducción

En Costa Rica existe el Sistema Nacional de Colegios Científicos, instituciones públicas de educación secundaria y preuniversitaria con énfasis en Ciencias Naturales y Tecnologías. Actualmente, en el Colegio Científico Costarricense Sede San Carlos se imparte la asignatura de *Ética y filosofía de la Ciencia*. Esta surge como una iniciativa del profesor Rodolfo González, de la Escuela de Idiomas y Ciencias Sociales (EICS) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), y el apoyo de la directora del Colegio Científico Costarricense Sede San Carlos, Marcela Chávez, para sumar contenidos curriculares de ética y filosofía de la ciencia a la población estudiantil del colegio. El profesor González diseñó el programa e impartió las lecciones durante cinco años. Este trabajo describirá la experiencia desarrollada, los contenidos curriculares incorporados y los vínculos con el enfoque educativo STEAM. Además, como la asignatura de *Ética y filosofía de la Ciencia* solo se imparte en este colegio en Costa Rica, se está llevando a cabo una investigación cualitativa con metodología de estudio de caso exploratorio, que permitirá conocer la percepción estudiantil sobre esta asignatura.

2. Origen y características de la asignatura

El origen de la asignatura de *Ética y filosofía de la Ciencia* en el Colegio Científico Costarricense Sede San Carlos se remonta al año 2018; en aquel momento, se inició con una lección de 40 minutos semanales con el grupo de undécimo año y se mantuvo durante el 2019. Lamentablemente, en el 2020, la pandemia impidió continuar y el curso se mantuvo inactivo durante 2020 y 2021. En el 2022, se retomó y se aumentó una lección más al tiempo de la clase. Actualmente, se imparten dos lecciones en undécimo año. Las clases se pensaron como un espacio de diálogo en el que el estudiantado pudiera identificar aspectos relevantes del desarrollo de la ciencia y de la reflexión filosófica sobre esta. A nivel de metodología, se trabajó con exposiciones magistrales y exposiciones dirigidas, análisis de casos, trabajo en equipo, plenarias grupales y análisis de material audiovisual. El profesor preparó materiales escritos específicos para el abordaje de los contenidos, y las evaluaciones del curso consistieron en ensayos filosóficos, exámenes, exposiciones y trabajo en clase. El programa de la asignatura destaca los aspectos históricos, epistemológicos y éticos del desarrollo científico. Se abordan temas específicos como elementos de lógica y epistemología; se señalan momentos significativos en la historia y filosofía de la ciencia, como la Revolución copernicana y el nacimiento de la ciencia moderna; además, se introducen temas éticos vinculados al desarrollo científico, como la bioética, la ética ambiental, entre otros.

3. Contenidos temáticos de la asignatura

A continuación, se describen brevemente cuatro contenidos curriculares que fueron desarrollados en la asignatura de *Ética y filosofía de la ciencia*.

Origen de la filosofía y el valor del pensamiento griego: el curso inicia abordando el origen de la filosofía en la antigua Grecia; se destaca la transición del pensamiento mítico al pensamiento lógico. Este tema sirve para darle un fundamento histórico a la filosofía, al mismo tiempo que permite entender el valor de los primeros filósofos para explicar la naturaleza de manera distinta a los mitos. Se analizan los planteamientos de filósofos presocráticos, entre los cuales cabe resaltar el valor de los planteamientos pitagóricos y atomistas como referentes culturales del mundo griego que se mantienen desde la antigüedad hasta la fecha. Los pitagóricos señalan el valor fundamental de la matemática en la investigación sobre la realidad y, aunque la teoría atomista contemporánea es mucho más compleja, sus raíces culturales se remontan a los planteamientos atomistas griegos. Además, como parte del valor del pensamiento griego, se analizaron planteamientos de Platón, Aristóteles y tres grandes escuelas éticas del mundo griego: estoicismo, epicureísmo y cinismo.

Revolución copernicana y el nacimiento de la ciencia moderna: el curso analiza la Revolución copernicana como uno de los momentos clave en la historia y filosofía de la ciencia. Se discute la transición del geocentrismo al heliocentrismo, las críticas al modelo cosmológico dominante en la Edad Media basado en Aristóteles y Ptolomeo,

así como los aportes de Copérnico, Kepler, Brahe y Galileo; este último se presenta como el referente del científico moderno. La Revolución copernicana es un tema que refleja el carácter cuantificable, experimental, crítico y no dogmático en el nacimiento de la ciencia moderna.

Características de la ética, su origen y dos grandes teorías éticas: la asignatura aborda los temas éticos como uno de los contenidos curriculares más fuertes. Inicialmente, se caracteriza la ética de manera general y se destaca su carácter racional, normativo e histórico; además, se conceptualizan aspectos como la ética profesional y se discute el tema del origen evolutivo de la ética, esto con un fuerte vínculo con aspectos de biología evolutiva. Por otro lado, se analizan las características de dos grandes teorías éticas: el utilitarismo y la deontología.

Éticas aplicadas: ética en la investigación, bioética y ética ambiental: la ética en la investigación es un tema fundamental en el perfil educativo de la población estudiantil del colegio científico. Su dinámica educativa se enfoca mucho en investigación; por ende, la discusión ética complementa la práctica científica y se abordan múltiples temas, desde la honestidad académica y la evasión de la responsabilidad, hasta la experimentación con animales humanos y no humanos. De manera general, se discute sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en la ética.
La bioética es una disciplina que aporta ideas válidas para el proceso formativo de los estudiantes; permite la discusión de temas polémicos y complejos, poniendo la ética como guía en la toma de decisiones. Se analizan ideas generales como los principios bioéticos y se revisan casos paradigmáticos como el experimento de Tuskegee, sin dejar de señalar el amplio horizonte de trabajo para la bioética. Además, se incorporan planteamientos de ética ambiental, particularmente enfoques como el biocentrismo, el ecocentrismo, el antropocentrismo, el principio de responsabilidad intergeneracional y la justicia ambiental. El tema de la ética ambiental permite discutir sobre la relación del ser humano con su entorno, destacar el valor intrínseco de los ecosistemas, los aportes científicos sobre la sostenibilidad y los desafíos éticos sobre el cambio climático.

4. Vínculo con la educación STEAM

Actualmente, es innegable el valor de la enseñanza de la ética en la formación de personas estudiantes de ciencia y tecnología [1]. En Costa Rica, se fomenta el enfoque educativo STEAM, y los colegios científicos son uno de los mejores ejemplos de ello. En este enfoque es posible integrar contenidos curriculares de ética y filosofía de la ciencia para complementar y fortalecer los contenidos de ciencia y tecnología con elementos del mundo humanista; a este planteamiento se le ha denominado enfoque STEAM ampliado o STEAM+. Algunos de los beneficios de incorporar contenidos curriculares de ética y filosofía de la ciencia al enfoque STEAM radican en fortalecer la interdisciplinariedad y el pensamiento crítico-reflexivo, permitiendo al estudiantado cuestionar cómo se construye el conocimiento científico y evaluar el impacto de las innovaciones tecnológicas desde criterios éticos.

5. Investigación cualitativa en proceso

En el ITCR se está llevando a cabo una actividad de fortalecimiento para la investigación denominada *Percepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de Ética y filosofía de la Ciencia de estudiantes del Colegio Científico de San Carlos*. Esto permitirá tener evidencia cualitativa y constructiva que refleje el aporte de esta asignatura a la formación integral del estudiantado. La estrategia de abordaje de la investigación consiste en el diseño de caso exploratorio [2], [3]. Este estudio se basa en una pregunta central de investigación: ¿Cuáles son las percepciones de seis personas estudiantes con respecto al proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ética y la filosofía de la Ciencia del Colegio Científico Costarricense de San Carlos? La recolección de los datos se realizó mediante entrevistas semiestructuradas, recopilación de portafolios y ensayos, y la observación de clases. La información recolectada fue debidamente transcrita y se procederá con su análisis temático [4]. Los resultados brindarán un primer diagnóstico de las percepciones estudiantiles sobre la enseñanza de la Ética y filosofía de la Ciencia en el colegio científico.

6. Conclusiones

La experiencia desarrollada con la asignatura de *Ética y Filosofía de la Ciencia* en el Colegio Científico Costarricense Sede San Carlos y su proceso de sistematización investigativa son un caso de innovación curricular en educación STEAM en Costa Rica. Es una nueva experiencia educativa en secundaria que se basa en la idea de que la ética y la filosofía de la ciencia aportan contenidos curriculares valiosos a la enseñanza de las ciencias, fortaleciendo el carácter interdisciplinar y la educación integral del estudiantado.

7. Referencias

[1]S. Bello, "La ética en el salón de clases de ciencia y tecnología: Un nuevo enfoque de la enseñanza y el aprendizaje" [The ethics in the science and technology classroom: A new approach to teaching and learning], *Educación química*, vol. 22, no. 3, pp. 277-280, 2011. Consultado: 13 de jun. 2025 [En línea]. Disponible: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000300014&lng=es&tlng=es

[2] **P. Baxter y S. Jack**, "Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers", *The Qualitative Report*, vol. 13, no. 4, pp. 544–559, 2008. Consultado: 13 de jun. 2025 [En línea]. Disponible: https://nsuworks.nova.edu/tqr/vol13/iss4/2

[3] R. K. Yin, *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Thousand Oaks, CA, USA: Sage Publications, 2018.

[4] V. Braun y V. Clarke, "Thematic analysis," en *APA Handbook of Research Methods in Psychology, Vol. 2. Research Designs: Quantitative, Qualitative,*

Neuropsychological, and Biological, H. Cooper, P. M. Camic, D. L. Long, A. T. Panter, D. Rindskopf, y K. J. Sher, Eds. Washington, DC, USA: American Psychological Association, 2012, cap. X, pp. 57–71. Consultado: 13 de jun. 2025 [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.1037/13620-004

Estrategia de enseñanza para la resolución de situaciones complejos en el ámbito de las ciencias ambientales

M. Slipak[2]; M.X. Erice[1]; A. Todaro[2]; G. Brandi[2]; M. J. Santillán[2], F. Curadelli[2]

[1] Facultad de Educación. UNCuyo.
xerice@uncu.edu.ar

[2]Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo.
monicaslipak@gmail.com; atodaro@fca.uncu.edu.ar; rbrandi@fca.uncu.edu.ar; mjsantillan@fca.uncu.edu.ar; curadelli.franco@gmail.com

Resumen. Este artículo presenta una experiencia didáctica implementada en el "Taller 1: Sistemas Ambientales Complejos" de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO). La actividad busca ofrecer a los estudiantes una oportunidad de integrar conocimientos en la resolución de problemas vinculados a su futura profesión, aplicando aprendizajes del ciclo básico y planteando interrogantes que se desarrollarán en el ciclo superior. El taller constituye el primer acercamiento a una simulación de la vida profesional. Cada año se plantean nuevos desafíos relacionados con su área de estudio. En la primera edición, el tema abordado fue "Hacer sostenible la fábrica de aceite de oliva de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCUYO". Debido a la complejidad y multidimensionalidad de las ciencias ambientales, se requiere una perspectiva interdisciplinaria que integre diversos saberes. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una herramienta clave para generar soluciones prácticas y fomentar competencias científicas esenciales, como la resolución de problemas. El Trabajo Colaborativo es fundamental para este proceso. Los estudiantes se organizan en grupos para desarrollar actividades específicas mediante encuentros presenciales o con el uso de tecnologías como videoconferencias, inteligencia artificial, campus, mensajería y documentos compartidos. Este enfoque promueve la cooperación y la construcción colectiva del conocimiento, facilitando el desarrollo de habilidades como la autonomía, la comunicación, la responsabilidad y la autoevaluación. A lo largo del taller, los estudiantes analizan cada problemática en profundidad y visitan empresas que gestionan recursos de distintas maneras. Cada grupo selecciona la mejor solución según los recursos disponibles y se concluye con una discusión sobre las opciones elegidas, la evaluación de costos y la definición de prioridades para su implementación.

Palabras clave: ABP. Resolución de problemas. Ciencias ambientales.

1- Introducción

Desde el taller integrador 1: Sistemas ambientales complejos, se propone:

- Desarrollar estructuras conceptuales, los valores y el saber estratégico para resolver problemas, en la vida profesional.
- Abordar el conocimiento científico con apertura, desde la curiosidad y la duda.
- Asumir una actitud crítica y constructiva para la intervención como ciudadano participativo, en situaciones referidas al desarrollo científico y tecnológico, que contribuyan a la mejor calidad de vida y al respeto en todas sus manifestaciones.
- Trabajar con responsabilidad y tolerancia en actividades individuales y grupales favoreciendo el autoaprendizaje.

Para ello se pretende que los estudiantes relacionen e integren los fenómenos adquiridos durante el ciclo básico y dejando planteadas algunas incógnitas del ciclo superior.

La problemática que enfrentan los docentes universitarios al inicio del ciclo superior es determinar estrategias alternativas para preparar a los estudiantes ante situaciones laborales propias de su futura profesión. Una posible respuesta es partir de situaciones complejas y contextualizadas que promuevan la interconexión de contenidos de diferentes disciplinas, así como el desarrollo de habilidades críticas como la discriminación y priorización de información, la comunicación efectiva, la colaboración, la autonomía y la metacognición. En este sentido, Lión [1] menciona la importancia de propuestas que permitan trayectorias cognitivas diversas, con desafíos de distintos niveles de complejidad que integren lo cognitivo y lo emocional.

Aunque la integración de competencias digitales contribuye al desarrollo de herramientas necesarias en un contexto social cambiante, la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) [2] ofrece un entorno estimulante para fomentar un aprendizaje significativo, promoviendo habilidades como el pensamiento crítico, la comunicación, la resolución de problemas y el aprendizaje autónomo y colaborativo. En el "Taller 1: Sistemas Ambientales Complejos", una materia obligatoria de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales, se implementó la metodología ABP. Este taller, basado en conocimientos previos de ciencias básicas, busca desarrollar competencias mediante la resolución de situaciones similares a las de la vida profesional. Estas situaciones incluyen la resolución de problemas complejos, entendidos como un conjunto de capacidades integradas para evaluar alternativas, tomar decisiones responsables y actuar de manera adecuada en diferentes contextos sociales y personales. La formación en competencias científicas implica aprender a relacionar teoría y práctica en su sentido más amplio, reconociendo que cualquier teoría científica es, en esencia, una práctica social.

El ABP propone enfrentar situaciones del mundo real para elaborar soluciones en conjunto, fomentando así el desarrollo de capacidades prácticas en contextos educativos y profesionales. La vulnerabilidad de los estudiantes, especialmente en el nivel superior, destaca la necesidad de ofrecer herramientas educativas para mejorar la tolerancia a la frustración, la adaptación al cambio y la regulación emocional, además de fomentar la resolución de conflictos con empatía y la superación de limitaciones del sistema.

Es fundamental crear entornos educativos que promuevan la discriminación y priorización crítica de la información, la colaboración efectiva, la resolución creativa de problemas y la autorregulación del aprendizaje. La incorporación de competencias digitales y herramientas de inteligencia artificial permite un aprendizaje más relevante y enriquecedor, preparando mejor a los estudiantes para su inserción laboral en una sociedad digital.

El desarrollo acelerado de la sociedad actual demanda individuos preparados para el cambio constante. Según Guamán Gómez y Espinoza Freire [3], el sistema educativo tiene la responsabilidad de formar ciudadanos capaces de atender las demandas de un mundo globalizado y ofrecer soluciones a sus desafíos. Estos autores destacan el papel clave del ABP en todos los niveles educativos, especialmente en el nivel superior.

En el ABP, el tiempo y los espacios deben ser flexibles y estar al servicio del aprendizaje, en lugar de ser estructuras rígidas. Esta flexibilidad permite que los proyectos y experiencias estudiantiles se desarrollen de manera óptima. Las tecnologías digitales son un recurso esencial para lograr esta maleabilidad, facilitando un entorno educativo que fluya de manera natural y se enfoque en los objetivos de aprendizaje, sin estar limitado por restricciones predeterminadas.

2. Contenido y Resultados

En una primera etapa, se trabajó con un ejercicio basado en las ideas de Edward de Bono, descritas en su libro *Seis sombreros para pensar* [4]. Este método utiliza la metáfora de usar diferentes sombreros para abordar una problemática desde distintas perspectivas según el sombrero asignado a cada grupo.

Previamente, se distribuyeron varios artículos sobre minería en la provincia de Mendoza y se dividió al grupo en seis subgrupos, asignando un sombrero de color a cada uno. Los seis sombreros de De Bono representan los siguientes tipos de pensamientos:

- **Sombrero blanco**: recopilar información neutral.
- **Sombrero rojo**: expresar emociones.
- **Sombrero negro**: evaluar riesgos y realizar críticas.
- **Sombrero amarillo**: plantear comentarios positivos y desarrollar soluciones.
- **Sombrero verde**: generar ideas nuevas y creativas.
- **Sombrero azul**: organizar el proceso de pensamiento y sintetizar las conclusiones del grupo.

Durante los debates en grupo, los sombreros ayudan a mantener las ideas claras y organizadas, garantizando que ningún punto importante quede sin considerar. Este enfoque permite separar los distintos hilos del pensamiento desde el inicio, facilitando un entrelazado deliberado y sistemático que mejora la eficacia del proceso de reflexión.

Además, este método fomenta que los alumnos salgan de sus propias ideas y escuchen activamente a los demás, comprendiendo diferentes puntos de vista y reconsiderando sus propias posturas. A continuación, se presenta una selección aleatoria de las conclusiones expresadas por los alumnos.

"Esta actividad transformó mi forma de pensar y actuar. Me permitió comprender que todas las posturas adoptadas frente a un tema son igualmente válidas y, lo más importante, que todas deben ser escuchadas sin excepción. Es fundamental escuchar sin prejuicios ni ideas preestablecidas, manteniendo una postura neutral que permita reflexionar y llegar a conclusiones más integrales y enriquecidas.
Este enfoque posibilita alcanzar perspectivas más amplias y conscientes, lo que facilita llegar a conclusiones que no habrían sido posibles si mi postura hubiera sido inflexible o cerrada a otras opiniones.
En el ámbito profesional, como futuro ingeniero, considero que esta actitud es esencial. En el entorno laboral, es probable que trabaje con profesionales que tengan diferentes enfoques o puntos de vista, por lo que dialogar y colaborar con apertura es clave. Adoptar esta perspectiva de "neutralidad" al escuchar a los demás puede contribuir a un trabajo más eficiente y enriquecedor, además de fomentar un ambiente laboral más armonioso.
Por otro lado, la práctica de ponerse en el lugar de la otra persona, como lo propone la metodología de los sombreros, resulta muy valiosa. Aplicarla en contextos como una empresa, un jefe o una entidad permite comprender cómo ven un tema determinado. Esto facilita un entendimiento mutuo y la expresión de opiniones más flexibles e integrales.".
"Durante esta tarea, pudimos escuchar diversas opiniones y puntos de vista sobre el desarrollo de la minería en nuestra provincia, una actividad que, pese a la resistencia que enfrenta, es probable que se lleve a cabo. Esto se debe a la falta de diversificación económica en la región y a que la explotación de recursos naturales representa una salida evidente, especialmente en localidades como el departamento de Malargüe, donde no hay otras oportunidades claras a corto plazo.
En un tema tan delicado y sensible para nosotros, los mendocinos, donde tradicionalmente se adoptan posturas polarizadas (a favor o en contra), es fundamental que se promuevan instancias de diálogo e intercambio de información. Esta actividad proporcionó un espacio para desarrollar ese diálogo, y resultó muy enriquecedor participar en él".

El taller continuó con la presentación del problema general: **"Hacer sostenible la fábrica de aceite de oliva de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCUYO".** Luego, se realizó una visita a la fábrica, guiada por la coordinadora del Sector Agroindustrial y directora técnica de la misma, Mónica Mirábile, especialista en aceite de oliva. Durante la visita, se explicó en detalle el proceso de producción y se hablaron sobre los objetivos de la fábrica, enfocados tanto en lo educativo como en lo social.

Uno de los propósitos sociales es recibir aceitunas de pequeños productores y devolverles el aceite de oliva terminado, con los controles bromatológicos aprobados por la facultad, garantizando así la calidad del producto.

A los alumnos se les presentaron dos modelos para la resolución de problemas: uno más lineal y otro más complejo, dejándolos en libertad para elegir la metodología con la que se sintieran más cómodos [5].

A continuación, se presentan algunos comentarios seleccionados al azar sobre las metodologías de resolución de problemas explicadas durante el taller.
"La toma de decisiones para la resolución de problemas se enriquece con información, tanto previa como la obtenida a través de la retroalimentación de intentos anteriores o situaciones similares. Es fundamental mantener una actitud abierta para ajustar el

curso de acción cuando se disponga de nueva información en etapas posteriores del proceso.
Debemos ser realistas respecto a nuestras opciones, considerando las condiciones económicas y otras restricciones, como posibles conflictos de intereses, que pueden limitar nuestras acciones. Para abordar eficazmente un problema, es necesario hacerlo desde múltiples perspectivas, ya que todo está interconectado.
Esa interrelación hace imprescindible acotar los problemas para poder procesarlos adecuadamente. Es importante enfocarse en una parte de la red que esté dentro de nuestro alcance e influencia, ya que no siempre tendremos control sobre todo el entramado. En ocasiones, incluso, puede no ser posible resolver un problema por completo.
Los resultados de las acciones tomadas deben comunicarse de manera clara, con el fin de construir sobre la información existente y ampliar su alcance.
La práctica es esencial para no enfrentar situaciones de toma de decisiones con grandes impactos sin la experiencia necesaria. Como ingeniero en recursos, es crucial desarrollar esta habilidad, y mucho mejor si se adquiere enfrentando diversos desafíos y escenarios".
"La charla sobre la resolución de problemas complejos me dejó varios puntos clave para abordar distintas problemáticas de una manera más integral y efectiva. En primer lugar, cambió mi forma de analizar los problemas, ya que es más beneficioso realizar un análisis completo considerando múltiples perspectivas, así como los actores, temas e intereses involucrados. Comprendí que los factores que afectan a un problema rara vez están aislados, sino que suelen estar interrelacionados y se influyen mutuamente.
Otro aspecto importante fue el proceso de toma de decisiones. Para tomar decisiones acertadas, es fundamental contar con información precisa y transformarla en conocimiento útil. También es necesario tener una visión integral que contemple todos los factores que pueden influir o verse afectados por la decisión tomada.
Además, la planificación es un elemento imprescindible en la resolución de problemas. Es esencial desarrollar un plan de acción claro y flexible, que contemple diferentes escenarios y alternativas posibles para adaptarse a los cambios y contingencias.
En conclusión, la charla me proporcionó nuevas herramientas que, de aquí en adelante, aplicaré en las situaciones que se me presenten, con el objetivo de resolverlas de la mejor manera posible".

Entre todos se confeccionó un cuadro general, observado en la Figura N° 1:

Fig. 1. Cuadro que representa la situación problema elaborado en forma conjunta por los alumnos.

Posteriormente, se propuso realizar una lluvia de ideas para identificar los subproblemas que podrían abordarse con el fin de mejorar la sustentabilidad de la fábrica. Los subproblemas acordados fueron: materias primas, energía, bienestar social, maquinarias, empaque y ventas, gestión de residuos y gestión de agua. Los alumnos se organizaron en grupos según sus preferencias para trabajar en cada uno de los subproblemas, dejando claras las interacciones entre las diferentes áreas problemáticas.

Se realizaron visitas a otras fábricas de aceite de oliva en la provincia, así como a bodegas, una feria de verduras donde se observó en funcionamiento un biodigestor, y empresas que venden insumos para la industria alimentaria, como maquinarias, tuberías y tornillería. En cada visita, los alumnos pudieron observar diferentes sistemas de gestión de residuos (como compostaje y cooperativas de reciclaje de cartón), de agua (tratamiento de aguas grises, desalinización, etc.) y de energía. También tuvieron la oportunidad de conversar con los encargados de sustentabilidad y de recursos humanos de cada empresa, conocer sus problemáticas y dialogar con empresarios del sector.

Para complementar su trabajo, los alumnos acudieron a distintas cátedras de la facultad para hacer preguntas específicas y obtener un conocimiento más científico sobre sus dudas.

Finalmente, cada grupo trabajó de forma coordinada con los demás para elaborar una propuesta integral que pudiera presentarse a la facultad con el objetivo de mejorar la sustentabilidad de la fábrica. La propuesta contempló múltiples variables analizadas, como rendimiento, costos, entre otras.

La presentación final de cada grupo se realizó utilizando el programa que cada equipo eligió (por ejemplo, PowerPoint, Prezi, Canva, Genially, etc.). Mediante un proceso de autoevaluación, se arribó a las conclusiones resumidas en la Tabla N°1.

Tabla N°1: Trabajo y presentación final con autoevaluación grupal.

Resumen de actividades del taller:	
Grupo	• Dinámica de los sombreros. Visita a la fábrica. Solución de problemas. • Visita al biodigestor. Ferretería: beneficios de conocer materiales. Halpern: buenos RRHH, política de género. Aceitera: problemáticas del sector. Bodega Dominio del Plata: RRHH, política de género. Deben tratar agua ingresada. Bodega Trivento: Experiencia en residuos por compostaje y energía solar.
¿Habló todo el grupo?	**Bienestar social Nota: 10**
Análisis de situación e identificación de problemas	Sí, bien distribuido. Exposición lineal.
Propuestas y soluciones	Bien, entrevistas a distintos actores. Plantean diferencias en percepciones. Comparan con casos "modelo". Identificación de problemas: capacitación, HS, infraestructura, comunicación-relación entre dirección y operarios.
Comentarios	Bien, variedad de medidas, entrevista a coach es buen aporte
Grupo	• Entrevista a coach, entrevista encargada de la fábrica, ex trabajador. • Casos de buen ejemplo (Halpern, bodegas) vs caso actual • Entrevistas para conocer HS, relación, presupuesto, comodidades, capacitación . • Buena remuneración y flexibilidad para estudiantes. Casos negativos en HS, infraestructura, división de tareas y rol de género. Propuestas de mejora: sillas, luces, capacitación.
¿Habló todo el grupo?	**Materia prima Nota: 8**
Análisis de situación e identificación de problemas	Sí, integrado.
Propuestas y soluciones	Se enfoca mucho en la parcela de la facultad. Ahí se hizo una descripción completa con entrevistas. Descripción de producción, malezas, nutrición, residuos de cosecha que traen enfermedades, herbicidas. No mencionan muchas fuentes externas de materia prima.
Comentarios	Ante problemas de químicos (resistencia de malezas), conveniencia de prácticas más orgánicas. Participación de facultad/alumnado.
Grupo	¿No consideraron implementar línea orgánica?
¿Habló todo el grupo?	**Residuos Nota: 9**
Análisis de situación e identificación de problemas	Sí, integrado.
Propuestas y soluciones	Eligieron el uso del biodigestor y la separación de residuos.

Grupo	Buen planteo. Consideran opciones variadas e integradas con la facultad. Buen análisis de costos: muestran que puede haber beneficios. Se contactaron con proveedores/empresa de residuos.
¿Habló todo el grupo?	**Agua Nota: 9**
Análisis de situación e identificación de problemas	Sí, participan y aportan.
Propuestas y soluciones	Dan una buena aproximación general al inicio. Se enfoca mucho en efluentes directamente. Mencionan características del efluente, tratamiento actual fue bien descripto. Al parecer no evaluaron en detalle sinergias posibles, eficiencia, pérdidas. Realizaron entrevistas y visitas.
Grupo	Se enfocan en dos puntos: medición de caudal y tratamiento de efluentes. Planta de tratamiento: buen estudio de alternativas, planteo de medidas, costos.
¿Habló todo el grupo?	**Energía Nota: 10**
Análisis de situación e identificación de problemas	Sí.
Propuestas y soluciones	Muy bien: estimación de gasto energético con datos de fabricantes de máquina y tiempo de uso. Buena evaluación, bien integrada. Amplitud térmica y diseño del edificio. Presupuesto.
Grupo	Bien. Variedad de soluciones para muchos problemas.
¿Habló todo el grupo?	**Maquinaria e insumos Nota: 9**
Análisis de situación e identificación de problemas	Sí, integrado.
Propuestas y soluciones	Muy bien, consideran distintas partes del problema. Realizaron consultas y entrevistas.

También se solicitó un resumen de costos de las propuestas abordadas, donde los alumnos, mediante diferentes medios averiguaron los costos de los materiales requeridos para cada una de las propuestas elegidas.

La evaluación del taller: La evaluación se realiza mediante rúbricas para los distintos trabajos presentados por los alumnos, tanto de manera individual como grupal. Cada grupo expone el proceso desarrollado utilizando el instrumento que considere más adecuado, seleccionando las actividades más significativas y subiéndolas al campus virtual en el espacio habilitado para tal fin, junto con el registro de las experiencias realizadas y las conclusiones alcanzadas.

La elección del instrumento más adecuado para cada grupo se basa en la premisa de la *multiexpresividad*, que reconoce que todas las personas poseen diferentes formas de aprender, lo cual también se refleja en las maneras de expresar sus procesos cognitivos.

Al tratarse de un trabajo grupal, la colaboración y la negociación son esenciales para construir un instrumento que refleje cómo se fueron produciendo los aprendizajes en cada miembro del grupo.

3. Conclusiones

En conclusión, el taller fue una herramienta altamente útil para los alumnos, ya que les permitió asumir el rol de futuros profesionales al enfrentarse a la resolución de situaciones concretas y complejas. A través de esta experiencia, no solo desarrollaron habilidades prácticas, sino que también adquirieron una perspectiva integral sobre los desafíos reales que enfrentan las instituciones y empresas.

Sus comentarios finales reflejaron entusiasmo y precisión al describir el camino recorrido, destacando el aprendizaje obtenido y las habilidades desarrolladas. No llegaron a la implementación de las propuestas finales, ya que no era un objetivo del taller, pero las situaciones a las que se enfrentaron les ayudaron a valorar la importancia del trabajo en equipo, la planificación colaborativa y la flexibilidad ante posibles cambios en los entornos laborales.

Asimismo, comprendieron la relevancia de una inmersión profunda en las problemáticas específicas de las organizaciones en las que trabajarán, fortaleciendo su capacidad para analizar escenarios desde múltiples perspectivas y desarrollar soluciones efectivas.

El taller también potenció su motivación hacia las materias del ciclo superior, ya que lograron entender la importancia de un conocimiento teórico y técnico sólido para abordar y resolver problemáticas de manera efectiva.

Por último, la oportunidad de interactuar con varios profesores del ciclo superior enriqueció aún más su experiencia, favoreciendo el intercambio de ideas, la construcción de redes de aprendizaje y el fortalecimiento de la confianza en sus propias capacidades para su futuro profesional.

4. Referencias

[1] C. Lion, “Enseñar y aprender en tiempos de pandemia: presente y horizontes. Saberes y prácticas”, *Revista de Filosofía y Educación*. 2020. [En línea]. Available: https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/saberesypracticas/article/view/3675/2645

[2] P. J. Díaz Tenza, “Más allá del ABP: Un análisis Práctico y Aplicado Del Aprendizaje Basado en Proyectos Desde Infantil hasta la Enseñanza Universitaria”. Alicante (España): Editorial Independently Published, 2020.

[3] V. J. Guamán Gómez, E. E. Espinoza Freire, “Aprendizaje basado en problemas para el proceso de enseñanza-aprendizaje” *Revista Universidad y Sociedad,* vol. 14 n°2 p. 124 -130, 2022.

[4] E. de Bono, Seis sombreros para pensar, Barcelona (España): Ediciones Paidós, 1985.

[5] F. H. Fernández, J. E. Duarte, “El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería”. *Formación universitaria*, vol. 6 n°5 p. 29-38, 2013.

Un Quinquenio de retos y logros del Proyecto Red UNA STEM

Irene Hernández Ruiz[1], Christian Chaverri Ramos[2], Carolina Gómez Fernández [1], María Arias Andres[4]

[1] Escuela de Informática. Universidad Nacional (Costa Rica)
irene.hernandez.ruiz@una.ac.cr, carolina.gomez.fernandez@una.ac.cr

[2] Departamento de Física. Universidad Nacional (Costa Rica)
christian.chaverri.ramos@una.ac.cr

[4] IRET.Universidad Nacional (Costa Rica)
maria.arias.andres@una.ac.cr

Resumen. El presente trabajo sistematiza cinco años de experiencia en la conformación de la Red para el Fortalecimiento y Divulgación de las Competencias STEM de Jóvenes y Docentes (red UNA STEM), proyecto de extensión universitaria de la Universidad Nacional. En el mismo se presenta las líneas de trabajo que se han desarrollado y sus principales resultados con el fin de que sea una referencia en América Latina acerca del STEM.

Palabras clave: STEM, género, sistematización.

1. Introducción

Este trabajo presenta un análisis de cinco años del proyecto de extensión universitaria Red UNA STEM de la Universidad Nacional de Costa Rica, cuyo objetivo principal es "generar apreciación por la ciencia en el estudiantado de primaria y secundaria costarricense y generar y dar a conocer las oportunidades de aprendizaje en el área científica" [1].

Este proyecto ha sido mencionado en el Informe del Estado de la Educación 2023 como una de las iniciativas clave para cerrar brechas de género en áreas STEM dentro de las universidades públicas [2]. A lo largo de su desarrollo, ha llevado a cabo diversas actividades, algunas de ellas con el apoyo del Ministerio de Ciencia Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), el Ministerio de Educación Pública (MEP), la Academia Nacional de Ciencias (ANC), el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

Durante estos cinco años el proyecto ha evolucionado en varias líneas de trabajo, las cuales se presentan en los siguientes apartados.

2. Componente pedagógico

En la Universidad Nacional existe un modelo pedagógico[3] creado desde el 2005 el cual incluye los siguientes principios:

- Respeto a la diversidad en todas sus expresiones.
- Respeto y compromiso con la igualdad de oportunidades y con la construcción de una sociedad más justa y equitativa.
- Formación de profesionales solidarios y comprometidos con el bienestar social.

El proyecto ha procurado aplicar dicho modelo durante este período, utilizando la metodología de aprendizaje activo para alcanzarlo. Esta metodología, según Cambridge, se caracteriza por los siguientes aspectos [4]:

- Fomenta el conocimiento y la comprensión: Los estudiantes adquieren conocimientos y los comprenden de manera profunda, lo que les permite aplicar lo aprendido en diversos contextos y resolver una amplia variedad de problemas.
- Promueve la autonomía: Los alumnos se involucran activamente en su propio proceso de aprendizaje, ganando mayor control sobre lo que estudian y desarrollando la capacidad de gestionar su aprendizaje de manera independiente.
- Facilita el aprendizaje continuo: Al brindarles las habilidades necesarias, los estudiantes están mejor preparados para seguir aprendiendo a lo largo de su vida, promoviendo un aprendizaje permanente.
- Incorpora metodologías activas: El uso de preguntas basadas en los conocimientos previos de los alumnos y la instrucción mediante debates grupales y entre pares son estrategias clave para fomentar el aprendizaje activo, incluso en grupos grandes.

3. Líneas de trabajo

3.1. Programa Nacional de Ciencias

La Feria Nacional de Ciencias inició esfuerzos desde la década de los 80 [5] y en el año de 1987 se realizó la primera Feria Nacional de Ciencias. En el año 2004 mediante el decreto presidencial 31900 MEP-MICITT se crea el Programa Nacional de Ferias de Ciencia y Tecnología (PRONAFECYT[1]).

A partir del año 2022, la Universidad Nacional delegó en una de las participantes de la Red UNA STEM su representación en el PRONAFECYT. Dentro de sus funciones, brinda apoyo en todos los procesos de toma de decisiones para la gestión y logística

[1] https://www.mep.go.cr/programas-proyectos/programa-nacional-ferias-ciencia-tecnologia

anual de la feria, así como en la creación y modificación del Manual Nacional de Ferias Científicas.

La Red UNA STEM participó en los años 2023[5] y 2024 en la Feria Nacional de Ciencias capacitando docentes pertenecientes a las direcciones regionales y en un stand demostrativo de experimentos químicos, así como dar a conocer todos los recursos del aula virtual y sitio web que se tiene.

Por otra parte, los miembros de la Red UNA STEM también han apoyado como jueces en la evaluación de proyectos [5], debido a la necesidad de revisión de los mismos, basándose en el Manual Nacional de Ferias Científicas[2] .

3.2. Divulgación científica

La divulgación científica es acercar la ciencia al público general, no especializado; es toda actividad de explicación y difusión de los conocimientos, la cultura y el pensamiento científico y técnico[6].

Con el fin de acercar a la población a diferentes áreas científicas, se han realizado infografías sobre efemérides importantes como, por ejemplo: El Día Internacional de Mujer, El Día Mundial de la Eficiencia Energética (figura 1), El Día Mundial del Agua, entre otros.

Fig. 1. Infografía del Día Mundial de la Eficiencia Energética (2024)

Se procura elaborar afiches que contengan información relevante, respaldada por fuentes científicas verificadas.

3.3. Mujeres en el área STEM

[2] https://www.mep.go.cr/sites/default/files/2024-04/manualPronafecyt2024.pdf

Diversos estudios a nivel mundial destacan la importancia de aumentar la participación de las mujeres en las áreas STEM [7]. Sin embargo, este tema de género debe visualizarse como un trabajo en conjunto entre la academia, la familia y la industria.

Al incorporar esta línea de trabajo se evidenció la importancia de generar:

1. **Espacios para resaltar y motivar a las mujeres en el área STEM.**

Uno de estos espacios es el Día de Ada Lovelace[3], en esta celebración se reconoce a la matemática de origen británico, considerada la primera persona que programó una computadora y rinde homenaje a los logros alcanzados por aquellas mujeres que incursionan en el campo de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Esta actividad ha sido organizada durante estos cinco años por el Programa de Investigación en Física Aplicada (IFA) y la Red UNA STEM, con la colaboración durante esos años con Simbiosis, la Red de Mujeres Investigadoras, la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia y la ACS Student Chapter UNA.

2. **Generar Material ilustrativo sobre mujeres destacadas en las áreas STEM**

Una de las problemáticas es la falta de material en el que las niñas puedan ver ejemplos de mujeres talentosas en diversas áreas STEM[8]. Para contribuir a solucionar esta situación, se han creado infografías sobre mujeres científicas a nivel nacional e internacional.

3. **Realizar talleres de género en el área STEM.**

El taller se basa primeramente en preguntarles a los niños y las niñas: ¿qué quieren ser cuando sean grandes? Posteriormente, se realiza una lectura de la biografía de una mujer científica desde la perspectiva de cuento infantil.

4. **Redes sociales**

Las redes sociales son formas de interacción social, definida como un intercambio dinámico entre personas, grupos e instituciones en contextos disimiles[9].

El proyecto cuenta con redes sociales en Facebook[4], Instagram[5] y Twitter[6] , los cuales se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Las redes sociales del proyecto y su evolución

Red Social	Años 2020-2022[10]	Años 2023-2025
Facebook	600	2684
Instagram	641	1132
Twitter	149	No se utilizó

[3] https://sites.google.com/una.cr/redunastemcr/colaboraciones/2020
[4] https://www.facebook.com/redunastemcr/
[5] https://www.instagram.com/redunastemcr/
[6] https://twitter.com/redunastemcr?lang=en

5. Realizar talleres de STEM sólo para grupos de niñas.

En los talleres para niñas se realiza un conversatorio para conocer la opinión de las niñas participantes, darles a conocer las oportunidades que existen en diferentes campos en las áreas STEM. Se buscar dar a conocer a las estudiantes que puedan vivir experiencias en el área y que más adelante pueda ser un elemento motivador para una futura selección de carrera.

Fig. 2. Fotografía tomada en el taller de niñas en STEM realizado en la Escuela Llorente de Flores (2024)

3.4. Charlas para padres de familia.

Es importante generar espacios STEM para padres de familia, donde se puede concientizar sobre las oportunidades en el área STEM, sobre las oportunidades que se ofrecen en diferentes organizaciones, universidades, instituciones públicas y privadas[11].

3.5. Sitio Web[7]

Se desarrolló un sitio web de la Red UNA STEM de la Universidad Nacional de Costa Rica incluye las siguientes secciones:Quiénes somos, Contáctenos, Actividades, Recursos STEM, Infografías STEM,Audiovisuales,Charlas Colaboraciones.

3.6. Talleres STEM

3.6.1. Talleres de programación:

Los talleres se han desarrollado haciendo uso del pensamiento computacional[12] para el desarrollo de ejercicios en las diferentes herramientas que se usan en el proyecto. Este se enfoca en la forma en que se descompone un problema y que por medio de retos este pueda solucionarse. Se han hecho uso de material generado por algunas de las

[7] https://sites.google.com/una.cr/redunastemcr/inicio

autoras en proyectos anteriores [13] y [14], así como también material que se encuentra en el aula virtual del proyecto [8].

Los grandes temas son la programación por bloques con Scratch [15], Scrath JR, OctoStudio, Open Roberta[16], y la programación por circuitos con Microbit, Arduino y la placa Tinkercad.

3.6.2. UNA STEM CAMP

El campamento STEM[9] fue un espacio donde los niños y las niñas de 7 a 12 años disfrutaron durante tres días sus vacaciones del curso académico talleres de programación, de robótica y de circuitos, tal y como se explicaron en los puntos anteriores.

3.6.3. Talleres para profesores en formación

Durante los años 2022-2024 se han realizado charlas y talleres solicitados por el MICCIT para profesores tanto de la gran área metropolitana, así como de las zonas rurales, las cuales se han realizado por medio de video llamadas. También se ha compartido con profesores en formación en los espacios del Congreso CONCITES[10] el cual es organizado a nivel nacional para docentes en servicio.

3.6.4. Sedes Regionales

La participación en las sedes regionales se ha generado principalmente con talleres de programación. En donde también se busca que los estudiantes puedan explorar y conocer más sobre otras temáticas.

El impacto que tiene las actividades de ciencia y tecnología sobre sobre todo en estas zonas se considera de un aporte a la educación costarricense[17], donde se abordan elementos nuevos de tecnologías y motiva a los estudiantes a involucrarse más en su institución y conocer los alcances de las nuevas tecnologías.

4. Conclusiones

A lo largo de los cinco años del proyecto, se ha observado un crecimiento significativo en el interés del público, en la producción de material y en su impacto para motivar a más niñas a involucrarse en las áreas STEM.

Es fundamental dar continuidad a estas iniciativas, ya que fomentan vocaciones científicas en el país. Sin embargo, para lograrlo, es necesaria la articulación de esfuerzos entre la familia, el Estado y la educación superior.

[8] https://aulavirtualppaa.una.ac.cr/

[9] https://sites.google.com/una.cr/redunastemcr/actividades/2024

[10] https://www.cientec.or.cr/programas/educadores-divulgadores/fimat-concites-2024

En los próximos años, se espera seguir generando un impacto positivo, contribuyendo al desarrollo de la sociedad costarricense en el ámbito STEM y promoviendo la equidad de género en todos los niveles educativos.

5. Referencias

[1] I. Hernández Ruiz, M. Arias Andrés, C. Esquivel Dobles, K. Calvo Sánchez, F. Loría Valverde, y C. Chaverri Ramos, «Los inicios y primeros logros de la Red UNA STEM», *The Beginnings and First Achievements of the UNA STEM Network*, 2022, doi: 10.25145/j.clepsydra.2022.23.08.

[2] P. Estado de la Nación, «Informe Estado de la Nación 2023», Programa Estado Nación. Accedido: 7 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: https://estadonacion.or.cr/?informes=informe-estado-de-la-nacion-2023

[3] UNA, «MODELO PEDAGÓGICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL», 2005, [En línea]. Disponible en: https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/9724/Modelo%20Pedagogico.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[4] U. de C. Cambrige, *Aprendizaje activo*. 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.cambridgeinternational.org/Images/579618-active-learning-spanish-.pdf

[5] J. A. Cambronero, «El Proyecto de Feria Nacional de Ciencia y Tecnología en Costa Rica: un recorrido por su historia, aportes, retos y posibilidades», *Revista Educación*, pp. 1-16, ene. 2025, doi: 10.15517/revedu.v49i1.59803.

[6] Y. S. Fundora y Y. R. García, «La divulgación científica: una herramienta eficaz en centros de investigación», *Bibliotecas. Anales de investigación*, vol. 7, n.º 0, pp. 105-108, abr. 2021.

[7] I. Hernández y C. Gómez, «Compilation of Latin American Initiatives and the Regionalization of a University Project to Reduce the Gender Gap in IT», *2022*, p. 12.

[8] M. Tal, R. Lavi, S. Reiss, y Y. J. Dori, «Gender Perspectives on Role Models: Insights from STEM Students and Professionals», *J Sci Educ Technol*, vol. 33, n.º 5, pp. 699-717, oct. 2024, doi: 10.1007/s10956-024-10114-y.

[9] M. V. Ledo, M. N. V. Vidal, y L. H. García, «Redes sociales», *Educación Médica Superior*, vol. 27, n.º 1, feb. 2013, Accedido: 14 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/124

[10] I. Hernández, M. A. Andres, C. E. Dobles, K. C. Sánchez, F. L. Valverde, y C. C. Ramos, «The first experiences of the UNA STEM network», en *Proceedings of the XIII Congress of Latin American Women in Computing 2021 (LAWCC 2021)*, M. Estrada y A. García-Holgado, Eds., en CEUR Workshop Proceedings, vol. 3000. San José, Costa Rica: CEUR, oct. 2021, pp. 1-11. Accedido: 18 de enero de 2023. [En línea]. Disponible en: https://ceur-ws.org/Vol-3000/#paper10

[11] A. Víquez Víquez y I. Hernández Ruíz, «The State of the Art of STEM in Costa Rica», en *Proceedings of the 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2024): "Sustainable*

Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0.", Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2024. doi: 10.18687/LACCEI2024.1.1.1604.

[12] J. M. Wing, «Computational thinking», *Commun. ACM*, vol. 49, n.º 3, pp. 33-35, mar. 2006, doi: 10.1145/1118178.1118215.

[13] I. Hernández-Ruiz y C. Gómez-Fernández, «Proyecto Creando Capacidades de Programación en Jóvenes y Docentes tanto en Secundaria como en Enseñanza Superior y su desafío ante el COVID-19», *Universidad en Diálogo*, vol. 11, n.º 2, pp. 125-140, dic. 2021, doi: 10.15359/udre.11-2.6.

[14] I. H. Ruiz y C. G. Fernández, «Programming by Blocks», *Sociedade Brasileira de Computação*, sep. 2021, Accedido: 7 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/view/72/315/572-1

[15] L. Zhang y J. Nouri, «A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9», *Computers & Education*, vol. 141, p. 103607, nov. 2019, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103607.

[16] I. Hernández Ruiz, C. Gómez Fernández, L. A. Fallas Carvajal, y Y. Elizondo Gutiérrez, «La experiencia haciendo uso de Open Roberta Lab en un proyecto de extensión en Costa Rica», en *Competencias digitales en la sociedad de la información: adaptaciones, innovaciones y experiencias, 2023*, *ISBN 978-84-9042-516-9, págs. 133-155*, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2023, pp. 133-155. Accedido: 14 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9256415

[17] P. F. Solano y I. H. Ruiz, «The Regionalization of a University Project of educational robotics to Help Costa Rican Youth to Avoid Drug Consumption», en *2019 XLV Latin American Computing Conference (CLEI)*, Panama, Panama: IEEE, sep. 2019, pp. 1-6. doi: 10.1109/CLEI47609.2019.235061.

STEAM education and metacognition: possibilities for teaching and learning processes

Nicolas Bernardo Matos[1], Solange Wagner Locatelli[2]

[1] Natural Science and Mathematics Undergraduate. Federal University of ABC (Brazil)
nicolas.m@aluno.ufabc.edu.br

[2] Center for Natural and Human Sciences. Federal University of ABC (Brazil)
solange.locatelli@ufabc.edu.br

Abstract. Integrating metacognitive strategies within formal educational design, particularly in the teaching of STEAM, holds significant potential for enhancing cognitive and socio-emotional student outcomes. Drawing from the WoS, ERIC, Scopus, and CAPES Periodicals Portal databases, this systematic review focuses on the interplay between metacognition and STEAM education. Book chapters, review articles, editorials, and studies outside the desired scope were excluded from the analysis, resulting in the selection of 10 articles from 8 different countries, with no restrictions on publication date. The findings indicate that metacognitive practices can positively influence students' planning, problem-solving abilities, critical thinking, and knowledge retention - imperative skills for STEAM education. Despite these promising results, the limited scope of existing research highlights the need for further investigation into the practical applications of metacognitive strategies across different disciplines and educational levels.

Keywords: Literature Review. 21st Century Skills. Interdisciplinary Learning.

1. Introduction

Promoting critical and disruptive thinking, global citizenship, integrating multiple knowledge for problem-solving, and developing adaptive skills for creative use of emerging technologies are often seen as overly broad premises for 21st-century education [1, 2, 3]. However, teaching and learning strategies that encompass such urgent needs must be developed.

In light of contemporary educational demands, fostering the utilization of metacognitive strategies is crucial. Metacognition, as a higher-order cognitive process, enables learners to manage control over their learning experiences. This involves the regulation of mental processes and actions and the development of complex skills such as strategic planning, critical reasoning, and the creative exploration of ideas through an iterative and interactive process of reflection and refinement [4, 5].

In parallel, a Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM)-based educational approach lays the groundwork for developing interdisciplinary curricula and practices responsive to local or global and industrial or ecological contexts. By emphasizing collaboration, innovation, and analytical reasoning, STEAM education equips students with the skills necessary to thrive in an increasingly complex and interconnected world [6, 7, 8]. However, how can metacognitive strategies be effectively integrated within a STEAM framework to further enhance students' ability to self-regulate their knowledge acquisition and adapt to future challenges?

This systematic review seeks to address this gap by analyzing the existing literature to understand how metacognitive strategies are currently being integrated or proposed within STEAM education. Thus, synthesizing the analysis of theoretical and empirical research findings within the scope of this study enables the identification of key convergences between metacognition and STEAM education. This synthesis provides a framework for the simultaneous application of these approaches, ultimately leading to the development of more effective and engaging student learning experiences.

2. A framework of STEAM education and metacognition

The study of thinking about thinking is not a recent concept; a comprehensive historical trajectory of inferences related to this idea can be traced from Plato, Lev Vygotsky, and John Dewey, culminating in the 1970s when James Flavell published research that appropriately structured an understanding of the implications for learning regarding the relationships between memory functioning, thinking, and their regulation [9, 10].

"Knowledge and cognition about cognitive phenomena" is Flavell's succinct definition of metacognition, which includes that individuals can monitor "their own memory, comprehension, and other cognitive enterprises" [11] (p. 906). In monitoring and self-regulating cognitive processes, various phenomena act and interact, as shown in Figure 1.

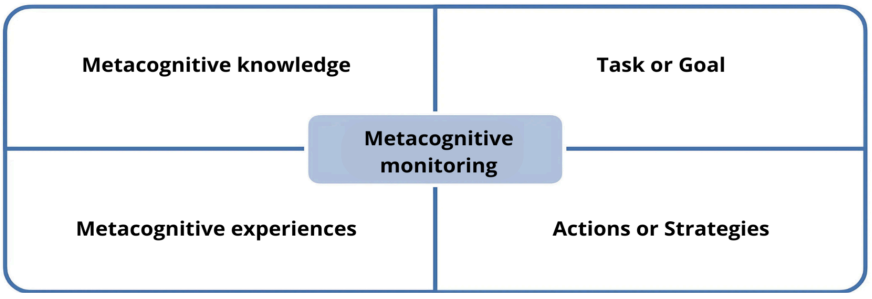


Fig. 1. Phenomena of metacognitive monitoring, adapted [11, 12].

From Flavell's perspective, metacognitive knowledge refers to the knowledge or beliefs an individual holds about their own cognitive processes (e.g., someone who prefers drawing over writing). Such cognitive processes are established through

actions or strategies (e.g., using a portfolio, creating concept maps) that are mobilized to achieve a predetermined goal or task (e.g., learning cytology concepts).

Metacognitive experiences, in turn, refer to the subject's perceptual experiences during a specific experience, which may be either brief or prolonged. These experiences may involve critical situations where strategies or goals are altered or abandoned, culminating in the assimilation of metacognitive knowledge. Such experiences can lead to cognitive strategies, which only reinforce specific knowledge to be recalled, or metacognitive strategies, which monitor or evaluate determinate knowledge [11].

At the same time, formal educational environments implementing a STEAM-oriented curriculum demonstrate positive pedagogical outcomes. Nevertheless, they also face significant challenges, particularly in bridging abstraction, fragmentation, or artificiality when connecting different knowledge domains. Additionally, it is essential to propose problem-based learning situations that actively engage students, stimulate cognitive leaps, and encourage them to reflect on their own real-world problems rather than hypothetical scenarios [13, 14].

Some of these challenges arise from the fact that the construct of STEAM education remains conceptually fluid, given its increasing theoretical prominence and its focus on emerging issues. However, a shared and structured definition of this educational approach is essential.

In this regard, we consider Rodrigues-Silva and Alsina's narrative review of articles [15] to contribute to the systematization of STEAM education in this paper. A historical analysis of educational policies dating back to the Cold War period reveals the emergence of a strong emphasis on scientific knowledge to promote the solution of disruptive problems and new technologies. The acronym STEM was introduced at that time, deliberately excluding humanities-related disciplines. Although originally motivated by geopolitical and economic interests, STEM education became a central component of reports and educational programs in the Global North, resulting in increased governmental investment and a shift in educational priorities.

Around the 2000s, a counter-movement began, promoting a more meaningful and pluralistic perspective - STEAM education. In this new context, the emphasis is placed on integrating all five areas in an interdisciplinary manner within teaching and learning processes without establishing a hierarchy among them. Nevertheless, in practice, this requires a well-balanced pedagogical design where teachers must realistically gauge students' ability to assimilate content while recognizing that methodological diversity is intrinsic to the teaching process. Given that STEAM is not a rigid methodology but rather an evolving educational perspective, its success depends on strategic curriculum design and pedagogical adaptability.

For STEAM education to achieve its objectives of forming socially, politically, and economically engaged students who can overcome complex problems, it is necessary to employ strategies that facilitate the meaningful and self-regulated interaction between students' knowledge and abilities with the teacher's mediation. In this context, metacognition stands out as a crucial approach within the educational environment, leading to this investigation examining the existing literature on this field of opportunities and challenges.

3. Results

Considering the possibilities between STEAM education and metacognition, a systematic literature review was conducted using the Education Resources Information Center (ERIC), CAPES Periodical Portal, Scopus, and Web of Science (WoS) databases. The search was delimited with no publication date restriction and using the specific terms "STEAM" and "metacognition" in their title, abstract, or keywords. This process resulted in the retrieval of 35 articles for subsequent analysis.

3.1. Refining the Search: Relevant Literature of STEAM Education and metacognition

Initially, book chapters, conference and editorial papers, and duplicate entries were removed from the materials. Subsequently, all abstracts were read and analyzed to identify and exclude articles outside the scope of this study (e.g., non-STEAM education perspective, metacognition briefly cited as a result, literature reviews). This process results in 25 exclusions and 10 relevant articles, as shown in Table 1.

Table 1. Relevant articles found for analysis.

Article	Country	Year
Development and Application of the STEAM Education Program Based on the Soccer Robot for Elementary Students	Republic of Korea	2018
Elementary Students' STEAM Perceptions: Extending Frames of Reference through Transformative Learning Experiences	United States of America	2020
Exploring college students' perceptions of STEAM education in China - Taking Jiang'xi province as an example	China	2024
Graphics Out Loud: Perceptions and Strategic Actions of Students With Visual Impairments When Engaging With Graphics	Canada	2022
Metacognitive awareness of STEAM education among primary stage teachers in Jordan.	Jordan	2022
Nurturing soft skills and metacognition awareness through STEAM project-based learning: A comprehensive need analysis	Indonesia	2024
Self-Regulation of Student Learning in a STEAM Project	Spain	2024
The power of STEAM activities in enhancing the level of metacognitive awareness of mathematics among students at the primary stage	Jordan	2022
Young children's spontaneous manifestation of self-regulation and metacognition during constructional play tasks	United Kingdom	2017
Young Children's Self-Regulated Learning Benefited from a Metacognition-Driven Science Education Intervention for Early Childhood Teachers	United States of America	2024

Firstly, it is interesting to note that the articles are relatively recent, the oldest dated 2017, and increased activity from 2022. Studies focus on teacher education, the role of early childhood education, and the use of technology.

Then, analysis of the selected articles reveals a diversity of institutions involved in research on this topic, indicating engagement from various academic communities. Developing teachers' metacognitive strategies for STEAM education is challenging.

Workshops and seminars represent effective strategies for developing metacognitive skills, including those applicable to STEAM project-based learning [16]. While the importance of this training is recognized, access is uneven. This disparity was observed in a group of 370 science, computer science, and humanities teachers in Jordan. While these educators recognized the need for an education that promotes meaningful, critical learning and engaged citizenship across STEAM and metacognitive domains, they also admitted to relying on familiar teaching methods to address classroom challenges. Furthermore, they lacked the metacognitive knowledge necessary to implement such classroom practices [17].

In certain instances, support extends beyond theoretical knowledge and encompasses infrastructure and ongoing guidance. This was highlighted by the outcomes of a two-year professional development program for teachers assigned to STEAM education laboratories of students in grades 3-5 in the USA. During their continuing education, these professionals worked in lesson plans that, as reported by the students, facilitated STEAM experiences and a transformation in the learning process through enhanced self-regulation of knowledge and skills required for the assigned tasks - metacognition characteristics [18].

Furthermore, the impact of teaching and learning experiences associated with metacognition and STEAM is particularly evident in pre-service teacher education. Research conducted with Chinese undergraduate students revealed that participation in STEAM activities influenced their understanding of learning and thinking processes while also fostering metacognitive skills. Consequently, this increased awareness empowers these students to transition into professionals more adept at implementing these distinctive pedagogical approaches in the classroom [19].

This is even more critical in the early school years when using playful pedagogical resources is essential to encourage the resolution of simple problems (e.g., planning and construction of small tactile models). When this is associated with teacher mediation for the development of metacognition, it has been shown to lead to improved school performance, collaborative work, and creative thinking. However, it is not significant when only performed ad hoc [20]. Similarly, Wahba et al. [21] conducted a one-time intervention with 3rd graders, where metacognition did not prove to be a significant strategy. This was attributed to other issues, such as the decontextualization of STEAM activities, the lack of connection to prior knowledge, and classes accustomed to rote memorization. Although students showed improved cooperation and participation, no significant differences were observed in their metacognitive knowledge or STEAM areas.

Still reflecting on children's education and the role of preschool and kindergarten teachers, Chen *et al.* [22] identified that the time dedicated in the classroom to teaching content related to STEAM in early childhood education is very limited, with greater recurrence in the topics of mathematics and arts. However, as teachers engaged in continuing education focused on using metacognitive practices and increasing the quality of the science learning environment, children experienced an increase in both cognitive and motivational aspects.

Focusing on the inclusion of visually impaired individuals in learning concepts related to the interpretation of tables, graphs, and diagrams - essential components of many STEAM problem-solving situations - Zebehazy, Wilton, and Velugu [23] conducted an observational study of the actions and verbalizations of 97 blind

students in 4-12 grades during the use of tactile and printed materials. The authors found that higher-performing students exhibited high metacognitive awareness levels, greater confidence, and mobilization of prior knowledge and experiences to solve problems. This highlights the importance of STEAM teaching practices that promote metacognition and the valorization of student verbalization or think-aloud.

Using technologies as support material to stimulate learning across various disciplines has proven advantageous when combined with encouraging collaborative work and artistic sensitivity. A case in point is a STEAM initiative focused on machining techniques in ancient Egypt, engaging 109 students between 9 and 11 years. This was achieved through collaborative research endeavors, the utilization of simple mechanical devices (e.g., dynamometers), and participation in seminars. These activities fostered enhanced collaborative learning, metacognitive development, and emotional regulation skills, even amidst challenges associated with unfamiliar technologies and assimilating information about ancient Egyptian practices [24]. Similarly, Yoon and Baek [25] showcased the potential of robot-based STEAM education to nurture interdisciplinary talent in science, technology, and the arts. Their approach involved the development of a student-created and functional game. Although the connection to metacognition was not extensively explored, the project successfully sparked interest in the subject matter, generated positive emotions, and fostered student self-regulation.

4. Conclusions

STEAM education and metacognition, when continuously integrated into teaching practice, associated with the valorization of the school context and the limitations and potential of each student, has shown to be a perspective with rich potential for teaching-learning processes in this systematic review. This is because metacognitive practices exert a greater influence on planning skills, problem-solving ability, critical thinking, and knowledge assimilation - crucial for the STEAM area.

Although permanent pedagogical practices in formal learning environments have not been systematized, with regard to the implications for classroom practice, it is possible to establish opportunities for students to verbalize their learning strategies and evaluate the success of these plans. The verbalization of their actions and collaborative work enable students to better organize, discuss, and reconstruct their thought processes, fostering awareness of the cognitive strategies they are employing. Furthermore, when such evaluation is carried out, it promotes the self-regulation of learning.

The use of technological resources that stimulate computational thinking and digital literacy are also tools with the potential to improve academic performance, increase motivation, and develop skills such as collaborative work, creativity, and critical thinking for finding alternative solutions to problem-solving. However, beyond the need for a degree of financial investment in the case of introducing some technologies, in all cases, robust initial and ongoing teacher training is essential - preparing them to incorporate the development of technological and metacognitive skills into their teaching methodologies.

In addition to these promising outcomes, the review highlights key limitations, such as the lack of longitudinal studies and the scarcity of research from underrepresented regions. In line with this, it is necessary to broaden the defined descriptors to include more articles in languages other than English, given that this may not encompass relevant articles written in other languages. Additionally, the reliance on specific databases can lead to selection biases, omitting studies indexed in other platforms. Future investigations should address these gaps, considering the broader implications of metacognition for curriculum design and, consequently, the advancement of STEAM education.

5. References

[1] Bamber, P., Lewin, D., & White, M. (2017). (Dis-) Locating the transformative dimension of global citizenship education. Journal of Curriculum Studies, 50(2), 204-230. https://doi.org/10.1080/00220272.2017.1328077.

[2] González-Pérez, L. & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st Century Skills Frameworks: Systematic Review. Sustainability, 14(3). https://doi.org/10.3390/su14031493.

[3] Henriksen, D., Mishra, P., & Fisser, P. (2016). Infusing Creativity and Technology in 21st Century Education: A Systemic View for Change. Educational Technology & Society, 19(3), 27-37.

[4] Fleming, S. M., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2012). Metacognition: computation, biology and function. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 367(1594), 1280-1286. http://doi.org/10.1098/rstb.2012.0021.

[5] Jamal, A., Jamal, A. M., & Yusof, S. M. (2023). Children as Earth Authors: A Story of Creativity, Metacognition and Motivation among Indian School Children. The Journal of Creative Behavior, 57(3), 450-465. https://doi.org/10.1002/jocb.591.

[6] Bertrand, M. G., & Namukasa, I.K. (2020). STEAM education: Student learning and transferable skills. Journal of Research in Innovative Teaching & Learning, 13(1), 43-56. https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0003.

[7] Rahmawati, Y., Taylor, E., Taylor, P. C., Ridwan, A., & Mardiah, A. (2022). Students' Engagement in Education as Sustainability: Implementing an Ethical Dilemma-STEAM Teaching Model in Chemistry Learning. Sustainability, 14(6). https://doi.org/10.3390/su14063554.

[8] Videla, R., Aguayo C., & Veloz, T. (2021). From STEM to STEAM: An Enactive and Ecological Continuum. Frontiers in Education, 6(709560). https://doi.org/10.3389/feduc.2021.709560.

[9] Moritz, S., & Lysaker, P. H. (2018). Metacognition – What did James H. Flavell really say and the implications for the conceptualization and design of metacognitive interventions. Schizophrenia Research, 201, 20-26. https://doi.org/10.1016/j.schres.2018.06.001.

[10] Reynolds, R., & Wade, S. (1986). Thinking about Thinking about Thinking: Reflections on Metacognition. Harvard Educational Review, 56(3), 307-318. https://doi.org/10.17763/haer.56.3.a2v45g.

[11] Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. American Psychologist, 34(10), 906-911. https://doi.org/10.1037/0003-066x.34.10.906.

[12] Locatelli, S. W., & Alves, N. C. B. (2018). Aproximações entre o monitoramento metacognitivo e a elaboração de portfólio em uma disciplina de Química Geral. Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática 14(29), 79-92. http://doi.org/10.18542/amazrecm.v14i29.5578.

[13] Margot, K.C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. International Journal of STEM Education 6(2). https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2.

[14] Ryu, M., Mentzer, N. & Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation.International Journal of Technology and Design Education 29, 493-512. https://doi.org/10.1007/s10798-018-9440-9.

[15] Rodrigues-Silva, J., & Alsina, Á. (2023). Conceptualising and framing STEAM education: what is (and what is not) this educational approach?. Texto Livre, 16, 1-13. https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.44946.

[16] Nasir, M., Othman, M. K. B. H., Nastiti, L. R., Annovasho, J., & Putri, V. N. (2024). Nurturing soft skills and metacognition awareness through STEAM project-based learning: A comprehensive need analysis. International Journal of Advanced and Applied Sciences, 11(11), 69–82. https://doi.org/10.21833/ijaas.2024.11.008.

[17] Haddad, F., Tabieh, A. A. S., Alsmadi, M., Mansour, O., & Al-Shalabi, E. (2022). Metacognitive awareness of STEAM education among primary stage teachers in Jordan. Journal of Turkish Science Education, 19(4), 1171-1191. https://doi.org/10.36681/tused.2022.168.

[18] Bush, S. B., Cook, K. L., Edelen, D., & Cox, R. (2020). Elementary Students' STEAM Perceptions: Extending Frames of Reference through Transformative Learning Experiences. The Elementary School Journal, 120(4). https://doi.org/10.1086/708642.

[19] Yi F., Jain J.A. & Yunus, H.M. (2024). Exploring college students' perceptions of STEAM education in China - Taking Jiang'xi province as example. Journal of Infrastructure, Policy and Development. 8(13). https://doi.org/10.24294/jipd7479.

[20] Spector-Le, O., Basilio, M., Zachario, A., & Whitebread, D. (2017). Young children's spontaneous manifestation of self-regulation and metacognition during constructional play tasks. Teachers College Record, 119(130313), 1-28. https://doi.org/10.1177/016146811711901314.

[21] Wahba, F. A.-A., Tabieh, A. A. S., & Banat, S. Y. (2022). The power of STEAM activities in enhancing the level of metacognitive awareness of mathematics among students at the primary stage. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 18(11). https://doi.org/10.29333/ejmste/12562.

[22] Chen, S., Sermeno, R., Hodge, K. N., Murphy, S., Agenbroad, A., Schweitzer, A., Tsao, L. L., & Roe, A. J. (2024). Young Children's Self-Regulated Learning Benefited from a Metacognition-Driven Science Education Intervention for Early Childhood Teachers. Education Sciences, 14(6), 565. https://doi.org/10.3390/educsci14060565.

[23] Zebehazy, K. T., Wilton, A. P., & Velugu, B. (2022). Graphics out loud: Perceptions and strategic actions of students with visual impairments when engaging with graphics. Journal of Visual Impairment & Blindness, 116(2). https://doi.org/10.1177/0145482X221087727.

[24] López Carrillo, M. D., Calonge García, A., & Lebrón Moreno, J. A. (2024). Self-Regulation of Student Learning in a STEAM Project. Education Sciences, 14(6), 579. https://doi.org/10.3390/educsci14060579.

[25] Yoon, M., & Baek, J. (2018). Development and application of the STEAM education program based on the soccer robot for elementary students. International Journal of Mobile and Blended Learning, 10(3), 11-22. https://doi.org/10.4018/ijmbl.2018070102.

Hacia una nueva oferta educativa de la UNA: Ingeniería matemática en ciencia de datos (IMACID)

Jorge Arroyo Hernández[1], Byron Jiménez Oviedo[1], José Andrey Zamora Araya[1], Jeremías Ramírez Jimenez[1], Katalina Oviedo Rodriguez[1], Federico Mora Mora[1], Mónica Quintana Martínez[2]

[1] Escuela de Matemática. Universidad Nacional (Costa Rica)
jorge.arroyo.hernandez@una.ac.cr; byron.jimenez.oviedo@una.ac.cr, jzamo@una.ac.cr, jeremias.ramirez.jimenez@una.ac.cr. katalina.oviedo.rodriguez@una.ac.cr, federico.mora.mora@una.ac.cr

[2] Proceso de Diseño e Innovación Curricular. Universidad Nacional (Costa Rica)
monica.quintana.martinez@una.ac.cr

Resumen. El presente trabajo aborda una propuesta educativa universitaria innovadora en el campo del análisis de datos fundamentado en la matemática, la estadística y la informática. Se presenta el contexto de desarrollo que justifica la nueva carrera, se explica la relevancia de la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos para obtener información relevante y significativa, todo con la finalidad de obtener información valiosa para la toma de decisiones. Se detallan las habilidades requeridas por el estudiantado, así como su perfil de egreso. Todo esto sin descuidar su responsabilidad ética, ni el impacto social de las decisiones basadas en datos en contextos globales, económicos y ambientales.

Palabras clave: IMACID. Análisis de datos. Matemática. Estadística.

1. Introducción

En los últimos tiempos, el avance tecnológico a nivel mundial ha experimentado una aceleración significativa con el advenimiento de la cuarta revolución industrial, iniciada aproximadamente con el cambio de milenio y fundamentada principalmente en la revolución digital [1].

Esto ha conllevado a que los sistemas de información en distintas industrias trabajen con un significativo volumen de datos. Este hecho en particular ha facilitado que la información sea extraída y analizada, con el fin de obtener datos relevantes que permitan desarrollar estrategias efectivas y toma de decisiones bien fundamentadas.

Para abordar esta transformación de manera efectiva, es crucial proporcionar opciones educativas que respondan a las necesidades actuales y futuras de la industria y el mercado laboral, en el que se promueva el rigor científico junto con habilidades en matemáticas, estadísticas y tecnológicas, que es una de las que ha tenido mayor crecimiento en la demanda de opciones [2]. Costa Rica no escapa a este panorama mundial, por lo que se hace necesario una respuesta activa de la educación superior [3].

En este sentido, la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional ha emprendido un proyecto dirigido al diseño de una nueva oferta educativa que se ajuste a las necesidades del mercado laboral, tanto en sector privado como en el público denominada: Ingeniería matemática en Análisis de Datos (IMACID).

El objeto de estudio de IMACID se centra en el proceso de la exploración, la transformación y la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos con el fin de obtener información relevante y significativa. Este persigue el desarrollo y la aplicación de metodologías estadísticas, los algoritmos de aprendizaje automático, las técnicas de minería de datos y las herramientas de visualización para transformar datos crudos en información valiosa. Esto se fundamenta en las principales habilidades que requieren los Analistas y Científicos de Datos [4].

Este documento expone la justificación y necesidad de IMACID, analiza las tendencias actuales, destaca su importancia para el desarrollo socioeconómico y político del país, y detalla el perfil de egreso del estudiante.

2. Propuesta educativa: IMACID

2.1. Justificación

El avance continuo de los sistemas de información y el aumento significativo en el volumen de datos disponibles permiten desarrollar estrategias basadas en conocimiento científico. En este contexto, las matemáticas y la estadística juegan un papel esencial como herramientas clave para el análisis e interpretación de datos.

En un estudio llevado a cabo por el Doctor José Alexander Ramírez González, académico e investigador de la Universidad de Costa Rica [5], se puso en evidencia la necesidad de contar con profesionales que posean un perfil académico en matemática y estadística, y que sean capaces de aplicar sus conocimientos en procesos de modelización y resolución de problemas en diferentes áreas del saber en el campo industrial.

Asimismo, el Doctor Ramírez González, manifestó que este perfil profesional es muy requerido tanto por el sector público como por el sector privado. Agregó, además, que si bien es cierto que existen ofertas académicas en las universidades privadas costarricenses con un énfasis en análisis de datos, la oferta es escasa. En efecto, actualmente existe solo un grado de bachillerato y algunos posgrados o especializaciones que no permiten una profundización de los métodos propios del área, sino que se centran en la utilización de estas técnicas.

En la misma línea anterior, el Doctor Fabio Sánchez, académico e investigador de la Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica y director de EPIMEC del CIMPA, consultado en una entrevista indicó que existen diversas instituciones públicas como la Caja Costarricense del Seguro Social, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, el Ministerio de Hacienda, el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), la Contraloría General de la República y el Estado de la Nación, que requieren profesionales capaces de analizar datos a un nivel más profundo de lo que puede hacerlo un economista o un profesional afín [6].

Asimismo, entes privados se han manifestado sobre la necesidad de profesionales de esta índole. El Instituto de Investigación en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica, en un estudio realizado para la Comisión Nacional de Préstamos para Educación, indicó que las carreras con mayor demanda en el futuro serán las pertenecientes a las áreas STEM [2]. Entre estas se resalta el área de ciencia y análisis de datos como área emergente, y en la cual no se tiene a nivel nacional una carrera enfocada específicamente . En conjunción a esto, según la Comisión Costarricense de Iniciativas para el Desarrollo, las carreras STEM generaron 12961 empleos en 2018, y una posibilidad de crear 35 nuevas plazas en 2019 y 2020 [7].

En cuanto a los entes privados del sector costarricense, en el año 2021 la comisión de diseño de la carrera en el área de matemática aplicada de la UNA realizó una encuesta a empleadores del sector privado. Como parte de los resultados manifestaron la importancia de la formación de profesionales a nivel de grado en análisis de datos y riesgos, optimización y modelado de problemas.

Por otra parte, el Observatorio Laboral de Profesiones, oficina perteneciente al Consejo Nacional de Rectores (entidad que coordina la educación universitaria pública), en su informe sobre el seguimiento de la condición laboral manifestó que los egresados de carreras relacionadas con la ciencia de datos, como estadística, ciencias actuariales y ciencias de la computación, provenientes de universidades públicas, tardan, en promedio, menos de 2 meses en conseguir empleo en su área [8].

Actualmente, en Costa Rica no existen ofertas educativas en el área de ciencia de datos en universidades públicas, aunque sí en instituciones privadas. La Tabla 1 presenta algunas carreras con similitudes a esta propuesta.

Tabla 1. Ofertas académicas afines a Ciencia de Datos en el año 2024 en Costa Rica.

UNIVERSIDAD	CARRERA	GRADO QUE OTORGA
UCR	Maestría en Matemática Aplicada	Maestría
INCAE	Máster en Data Analytics	Maestría
UCR	Estadística	Bachillerato
TTU	B. S. Mathematics	Bachillerato
Fidélitas	Ingeniería en Ciencia de Datos	Bachillerato
LEAD University	Ingeniería en Ciencia de Datos	Bachillerato

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En virtud de lo expuesto, se derivan dos conclusiones principales: (1) existe una creciente demanda de profesionales en análisis de datos a nivel nacional y (2) los profesionales graduados en esta área tienen excelentes oportunidades laborales en el mercado costarricense. Sin embargo, a nivel país, persiste una insuficiencia de programas educativos de grado en esta área para atender las necesidades, sobre todo en las universidades públicas.

2.2. Aporte particular de la carrera

Como se evidenció, en el ámbito de las instituciones públicas de nuestro país no existe una oferta educativa comparable a esta propuesta. Por ello, esta nueva carrera representa una valiosa contribución al creciente mercado laboral para profesionales especializados en ciencia de datos.

Además, esta propuesta se enfoca en las áreas de matemáticas, estadística y computación, con el objetivo de formar personas capaces de abordar problemas en diversos sectores que manejan grandes volúmenes de datos, utilizando un enfoque interdisciplinario.

A diferencia de otras carreras que se especializan en un área específica, como la matemática, la estadística o la computación, esta propuesta académica integra dichas disciplinas con el desarrollo de habilidades blandas en la formación profesional. En particular, se prioriza el fortalecimiento de la capacidad para comunicar de manera efectiva los resultados, sustentado en la aplicación conceptual y práctica de los conocimientos adquiridos. Este aspecto fundamental se fomenta mediante un enfoque transversal presente en todos los cursos del programa, constituyendo así uno de los principales aportes de la carrera.

En términos amplios, esta propuesta es innovadora dentro de la oferta académica de las universidades estatales, al integrar un enfoque matemático de gran alcance, con profundización en estadística y computación, para la resolución de problemas mediante la creación de modelos basados en datos.

La propuesta que se describe es pertinente y acorde a las exigencias del mercado profesional y laboral, y mantendrá un proceso continuo de autoevaluación y adaptación a las necesidades laborales actuales y futuras. Esta característica es crucial en campos vinculados al avance tecnológico, que evolucionan muy rápidamente. De esta manera, los futuros profesionales estarán mejor preparados para adaptarse a diversos entornos laborales, tales como entidades bancarias, compañías de seguros, empresas comerciales e industriales, servicios públicos, universidades, entre otros.

2.3. Características de la población meta

La población objetivo de esta carrera son los graduados de Educación Media que hayan superado el proceso de admisión general de la Universidad Nacional. Esto incluye estudiantes graduados de secundaria (en todas sus modalidades) y estudiantes con alguna formación universitaria avanzada que deseen incursionar en esta área. Asimismo, otras características y habilidades deseables para los aspirantes de la carrera son:

- El interés y la afinidad por las matemáticas y la computación

- La capacidad para el estudio autónomo
- Las habilidades de análisis y de razonamiento lógico-matemático
- El trabajo en equipo
- La resiliencia
- La responsabilidad.

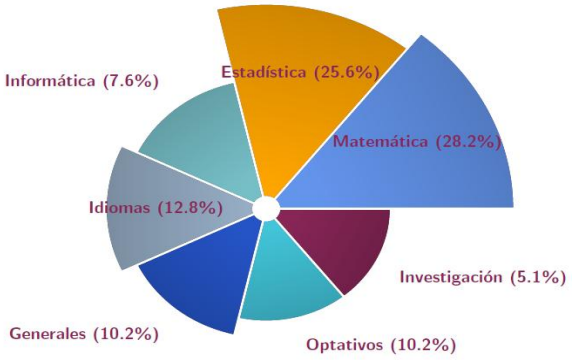
Estas características y habilidades favorecerán que los estudiantes cumplan con los requisitos del bachillerato IMACID, y además les brindará herramientas fundamentales para sobresalir en un campo profesional que exige tanto competencia técnica como habilidades interpersonales y comunicativas.

2.4. Áreas disciplinarias

Las áreas de estudio agrupan conocimientos teóricos y metodológicos que se centran en la creación de saberes matemáticos, estadísticos y computacionales. Su objetivo es facilitar el proceso de aprendizaje y favorecer el desarrollo del potencial humano. Los cursos en las áreas de matemática y estadística, tales como Cálculo I, II y III, Ecuaciones Diferenciales, Métodos Numéricos, Álgebra Lineal Numérica, Optimización Matemática I y II, Análisis de Datos I, II y III, así como Modelos, Probabilidad y Estadística, Métodos Probabilísticos I y II, Series Temporales y Visualización de Datos tienen un énfasis basado en la utilización de herramientas computacionales de apoyo. Incluye cursos de programación orientada al análisis de datos.

Para este plan de estudios se definen tres áreas disciplinares: matemáticas, estadística e informática. Además, se consideran cuatro cursos del idioma inglés y otros cursos obligatorios de áreas afines. En la Figura 1 se muestra la distribución porcentual de todas las áreas según la cantidad de cursos, incluyendo los cursos de idiomas (inglés y, técnicas de expresión oral y escrita), cursos optativos, investigación y Estudios Generales.

Figura 1. Distribución de cursos por áreas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

2.5. Espacios laborables

El rango de actividades profesionales que puede desempeñar un egresado de Ingeniería Matemática en Ciencia de Datos es muy amplio. En efecto, cualquier sector que maneje datos susceptibles de ser clasificados, comparados o medidos mediante la generación de algoritmos que optimicen estos procesos, se puede beneficiar de sus habilidades.

En estos contextos, la persona egresada estará en la posibilidad de colaborar estrechamente con especialistas del área correspondiente para aplicar sus conocimientos de manera efectiva. En la Tabla 2 se presentan algunos de los espacios laborales, cargos y funciones que podría desempeñar el egresado de esta oferta académica tanto en el ámbito público como en el privado, y a nivel nacional como internacional. Es importante recalcar que dicho listado no limita el potencial de laborar en otros campos o industrias, algunas de las cuales pueden emerger en los próximos años o décadas.

Tabla 2. Espacios laborales y cargos por ocupar de un científico de datos.

Espacio laboral	Funciones
Salud	Generar sistemas de soporte a decisiones clínicas, medicina personalizada, análisis de imágenes médicas y predicción de resultados para pacientes.
Finanzas	Análisis en gestión de riesgos, detección de fraudes, trading algorítmico, calificación crediticia y pronóstico financiero.
Marketing y entretenimiento	Análisis del comportamiento del cliente, sistemas de recomendación, publicidad dirigida y optimización de campañas a públicos meta.
Telecomunicaciones	Optimización de uso de redes, predicción de cancelaciones de clientes, mejora de la calidad de servicio y seguridad de redes.
Gobierno y política pública	Se utiliza para la formulación de políticas, reconocimiento de patrones delictivos, planificación urbana, monitoreo de salud pública y respuesta a desastres.

Tabla 2. Espacios laborales y cargos por ocupar de un científico de datos.

Espacio laboral	Funciones
Educación	Estrategias educativas, trayectorias de aprendizaje personalizadas, análisis del rendimiento estudiantil y toma de decisiones administrativas.
Ciencias ambientales	Modelización climática, gestión de recursos naturales, predicción ecológica y evaluaciones de impacto ambiental.
Manufactura y logística	Optimiza la gestión de cadenas de suministro, mantenimiento predictivo, control de inventarios y optimización de procesos en la manufactura.
Análisis y rendimiento deportivo	Se aplica en el análisis de rendimiento deportivo, reclutamiento de jugadores, prevención de lesiones, estrategias de participación de los aficionados y optimización de estrategias de juego.
Agricultura de precisión	Ayuda en la agricultura al desarrollo de sistemas de precisión, predicción de rendimientos agrícolas, análisis de suelos, manejo de plagas y optimización de la cadena de suministro agrícola.
Transporte	Contribuye a la optimización del flujo de tráfico, planificación de rutas, mantenimiento predictivo de vehículos y optimización logística.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3. Conclusiones de la propuesta IMACID

Con la propuesta en marcha del plan de estudios IMACID, se espera que el egresado de la carrera sea un profesional especializado en matemáticas, estadística y computación. Su formación académica le permitirá abordar y resolver problemas complejos que involucren grandes volúmenes de datos, utilizando enfoques interdisciplinarios para desarrollar modelos predictivos y soluciones basadas en datos con precisión y eficacia.

Además, se pretende preparar a los estudiantes para que sean capaces de reconocer las responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería de datos y tomar decisiones informadas, las cuales deben considerar el impacto social de

los algoritmos y decisiones basadas en datos en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.

Finalmente, los objetivos del plan de estudios en Ingeniería matemática en Ciencia de Datos se enfocan en la formación académica de profesionales desde un enfoque integral y con un alto grado de sentido de responsabilidad social. Estos le permitirán a la persona graduada distinguirse por su capacidad para trabajar de manera colaborativa, y su habilidad para contribuir en concordancia con los objetivos de desarrollo y producción de los sectores público y privado. Además, estarán capacitados para liderar y fomentar procesos innovadores.

4. Referencias

[1] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Currency, 2017.

[2] C. Mora-García, *El futuro del mercado laboral costarricense. Disciplinas universitarias con perspectivas prometedoras*. IICE, UCR, 2019. [Online]. Available: https://iice.ucr.ac.cr/conferencia_prensa/estudio%20conape.pdf.

[3] G. Jiménez, "Empresas, gobierno y academia: actores esenciales para implementar la industria 4.0 en Costa Rica," *Hoy en el TEC*, Nov. 13, 2019. [Online]. Available: https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2019/11/13/empresas-gobierno-academia-actores-esenciales-implementar-industria-40-costa-rica.

[4] Z. Radovilsky, V. Hegde, A. Acharya, and U. Uma, "Skills Requirements of Business Data Analytics and Data Science Jobs: A Comparative Analysis," *Journal of Supply Chain and Operations Management*, vol. 16, no. 1, 2018. [Online]. Available: https://www.csupom.com/uploads/1/1/4/8/114895679/v16n1p5.pdf.

[5] A. Ramírez, *Estudio de factibilidad para una carrera en Ingeniería en Matemática Computacional*. Informe final de Proyecto, UNA, 2012.

[6] F. Sánchez, "Entrevista sobre propuesta de nueva carrera de la Escuela de Matemáticas, UNA," *Personal interview*, Costa Rica, 2021.

[7] "Costa Rica demanda más profesionales STEM," *Revista Summa*, Feb. 14, 2023. [Online]. Available: https://revistasumma.com/costa-rica-demanda-mas-profesionales-stem/.

[8] K. Corrales Bolívar, O. Madrigal Solórzano, and K. Sandí Araya, *Empleadores 2019 de las personas graduadas de las universidades estatales*. CONARE, OPES, San José, C.R., 2021. [Online]. Available: https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/8257/OPES_60_2021_Corrales_K_empleadores_2019_personas_graduadas_universidades_estatales.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Diseño de escenarios de aprendizaje con el enfoque STEAM: experiencias de un curso de capacitación

Alejandro Durán Apuy[1], Gilberto Chavarría Arroyo[2], Adriana Zúñiga Meléndez[3]

[1] Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional (Costa Rica)
alejandro.duran.apuy@una.ac.cr

[2] Escuela de Matemática, Universidad Nacional (Costa Rica)
gilberto.chavarria.arroyo@una.cr

[3] Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional (Costa Rica)
adriana.zuniga.melendez@una.cr

Resumen. Esta comunicación presenta los alcances y productos de un curso de capacitación dirigido a docentes de secundaria en ciencias y matemáticas. Los datos fueron analizados desde un enfoque cualitativo interpretativo. El curso estuvo orientado al fortalecimiento de sus competencias en el diseño de escenarios de aprendizaje mediante estrategias activas, habilidades socioemocionales, herramientas tecnológicas y la metodología STEAM, con el propósito de subsanar vacíos identificados en un diagnóstico previo. Cuatro docentes completaron exitosamente el curso, diseñando escenarios de aprendizaje basados en la resolución de retos e integrando metodologías activas como gamificación, aprendizaje basado en proyectos, design thinking, aula invertida y resolución de problemas. Estos escenarios fueron validados en sus aulas con retroalimentación estudiantil, mostrando alineación con los objetivos de aprendizaje y una alta motivación del alumnado. La experiencia resalta la importancia de fortalecer la formación docente continua para impulsar modelos educativos innovadores que respondan a los desafíos del siglo XXI.

Palabras clave: Escenarios de Aprendizaje. Habilidades para la Vida. Metodologías Activas. Metodología STEAM.

1. Introducción

El modelo educativo STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) ha revolucionado el ámbito educativo al introducir un enfoque interdisciplinario y práctico que conecta estas áreas del conocimiento de manera holística [1], [2]. Las innovaciones derivadas de STEAM se centran en el aprendizaje basado en proyectos, donde los estudiantes trabajan en problemas contextualizados al mundo real,

desarrollando habilidades críticas como la creatividad, la colaboración y el pensamiento crítico [3]. En este modelo, la integración del arte en STEAM fomenta el pensamiento innovador y creativo, haciendo que el aprendizaje sea más atractivo y relevante [4], [5]. Además, las tecnologías emergentes, como la robótica, la impresión 3D, la realidad virtual y la inteligencia artificial, se utilizan para enriquecer el proceso educativo, permitiendo a los estudiantes experimentar y explorar conceptos complejos de manera interactiva [6].

El abordaje pedagógico basado en un modelo educativo STEAM como fundamento para el diseño de estos escenarios de aprendizaje, ha demostrado impactos positivos en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes [7]–[9]. Además, fomenta el desarrollo de competencias esenciales para su futuro personal y profesional, formando ciudadanos competentes y adaptables al siglo XXI [10].

Para implementar el modelo educativo STEAM en las aulas de secundaria, diversos autores proponen el diseño de escenarios de aprendizaje como una estrategia [8], [9] que permite a los estudiantes explorar y aplicar conocimientos de manera práctica. Mediante una planificación adecuada que integra diversas disciplinas, estos escenarios propician un aprendizaje activo y centrado en el estudiante, involucrándolo en situaciones reales o simuladas [7]. De este modo, se promueve el desarrollo de habilidades fundamentales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la colaboración y la creatividad.

Para alcanzar esta ambiciosa meta, es fundamental garantizar que los docentes de secundaria estén capacitados para implementar de manera efectiva las metodologías propuestas por el modelo educativo STEAM en sus aulas [11]. Es crucial fomentar la colaboración entre educadores de diferentes áreas para diseñar proyectos interdisciplinarios que reflejen situaciones del mundo real [12]. En este sentido, la transformación en la formación docente se percibe como una exigencia ineludible y, al mismo tiempo, como la base para afrontar los desafíos del cambio. Sin duda, la efectividad en la implementación de la educación STEAM está vinculada a la capacitación de docentes capaces de diseñar, coordinar y evaluar el aprendizaje de forma articulada y contextualizada [13].

En este contexto, en el marco de un proyecto liderado por la Universidad Nacional de Costa Rica, se realizó un diagnóstico dirigido a docentes de Ciencias y Matemáticas de educación secundaria, con el objetivo de evaluar sus habilidades científicas, matemáticas, tecnológicas, pedagógicas y ciudadanas mediante la resolución de casos basados en contextos reales. Los resultados del estudio evidenciaron deficiencias en habilidades clave, como el pensamiento crítico, el razonamiento sistémico, el uso de tecnologías y la creatividad.

Estos resultados, junto con la necesidad de enfocar los esfuerzos en el desarrollo de las competencias profesionales del profesorado, que abarcan tanto el conocimiento disciplinar como las habilidades para tomar decisiones efectivas ante los desafíos pedagógicos [13], fundamentaron el diseño e implementación de un proyecto en la Universidad Nacional titulado "Promoción de habilidades científicas, matemáticas, tecnológicas, ciudadanas y pedagógicas en docentes de secundaria de zonas prioritarias (Sarapiquí, Nicoya, Desamparados y Puntarenas) bajo el enfoque de educación STEM". La finalidad de este proyecto fue fortalecer el perfil profesional del docente de secundaria mediante el diseño y la ejecución de escenarios de aprendizaje que integraran metodologías activas, utilizando el enfoque STEAM como eje central.

2. Metodología

El objetivo de esta comunicación es describir la elaboración e implementación de escenarios de aprendizaje realizados por docentes de Ciencias y Matemática que participaron en el curso de formación continua basado en el modelo educativo STEAM.

Para el análisis de los escenarios de aprendizaje, se adoptó un enfoque cualitativo [14], empleando el análisis de contenido [15] como método principal. Este enfoque permitió examinar las estrategias didácticas diseñadas por dos docentes durante el curso, identificando la integración del modelo STEAM, las metodologías activas utilizadas y los principales beneficios y desafíos enfrentados en su implementación. También se consideró la experiencia de los docentes en la implementación de los escenarios de aprendizaje elaborados, a través del análisis de los foros de discusión diseñados específicamente para este propósito. Los escenarios analizados fueron: El juego atómico y Ciencia atractiva: la fascinante molécula de glucosa.

Para las categorías de análisis, se realizó una adaptación de [16], y se resume en la tabla 1.

Tabla 1.Categorías y subcategorías de análisis

Categoría	Subcategoría
De diseño	
Contexto	Real: situación que se puede dar en la vida real.
	Simulado: plantea un escenario no real. Utilizado en juegos.
Participación estudiantil	Autónomo: el escenario promueve estrategias de aprendizaje autodirigido.
	Colaborativo: se requiere la interacción con otros compañeros para la ejecución de la actividad.
Recursos	Digitales manipulativos: requiere la intervención del estudiante.
	Digitales fijos: videos, lecturas en la web, entre otros.
	Manipulativos físicos: uso de laboratorios, experimentos.
	Tradicionales: uso de pizarra, libros de texto.
Aprendizajes esperados	Claridad y precisión en los objetivos de aprendizaje.
	Adecuación de los aprendizajes esperados al contexto.
	Relación con las metodologías activas implementadas.
Innovación y creatividad	Básico: Uso de metodologías tradicionales con pequeñas adaptaciones innovadoras.
	Intermedio: Combinación de metodologías activas con estrategias tradicionales dentro del contexto educativo.
	Avanzado: Transformación profunda del modelo de enseñanza con enfoques disruptivos y cambios en el rol del docente y del estudiante.
De ejecución (implementación de la propuesta)	
Recepción estudiantil	El estudiante demuestra interés y motivación durante las actividades de la clase
	Nivel de participación estudiantil (bajo, medio y alto)
Concreción de los objetivos de aprendizaje	Se evidencia un nivel de logro en relación con los objetivos de aprendizaje propuestos
Aplicabilidad formativa o educativa	Relación directa con objetivos de aprendizaje o desarrollo de habilidades específicas

Categoría	Subcategoría
De diseño	
Accesibilidad e inclusión	Disponibilidad en múltiples plataformas o dispositivos (PC, móvil, consola, etc.) Adaptabilidad a diferentes necesidades de los usuarios, incluyendo dificultades motoras, visuales o auditivas.

A partir de estas categorías y subcategorías, se plantearon aspectos de mejora a modo de recomendaciones. También se analizó las habilidades subyacentes involucradas en la elaboración de los escenarios de aprendizaje por parte de los docentes participantes.

2.1. Descripción del curso

El curso de capacitación estuvo dirigido a docentes de secundaria de disciplinas relacionadas con STEAM, así como a profesionales de otras especialidades complementarias. En total, 15 docentes se inscribieron en el curso; sin embargo, solo 4 completaron el programa, representando distintas instituciones educativas de Costa Rica. Sobre los escenarios elaborados por estos 4 docentes es que se centra esta comunicación.

El curso se desarrolló a lo largo de cuatro meses, con una duración total de 120 horas distribuidas en 13 semanas, desde agosto hasta noviembre de 2023. La formación combinó sesiones semanales sincrónicas y asincrónicas, además de una sesión presencial en cada centro educativo de los participantes.

Para las actividades asincrónicas, se diseñó una plataforma virtual en Moodle que sirvió como espacio central de aprendizaje. Esta plataforma incluía enlaces a videos explicativos, lecturas complementarias, foros de discusión para el intercambio de ideas, y espacios destinados a la entrega de asignaciones. Además, se incorporaron recursos interactivos, como cuestionarios, actividades de autoevaluación y material multimedia, con el fin de fomentar una experiencia de aprendizaje más dinámica y participativa

El curso fue estructurado en cuatro módulos, cada uno con actividades diseñadas para promover la reflexión sobre la práctica pedagógica de los docentes y fomentar el desarrollo de habilidades críticas y socioemocionales esenciales para la enseñanza efectiva.

En el primer módulo, "Explorando mis habilidades como ciudadano competente del siglo XXI", se buscó sensibilizar a los docentes sobre la importancia de las habilidades para la resolución de problemas cotidianos. Para fomentar el razonamiento crítico y la toma de decisiones, tal como lo plantea [17] se diseñó la Actividad 1.1, "Resuelvo casos de la vida cotidiana", donde los participantes analizaron tres situaciones reales: la difusión de información errónea en redes sociales sobre el oxígeno ("El malvado oxígeno"), la evaluación de promociones engañosas en supermercados ("Nos metieron diez con hueco") y los riesgos de mezclar productos de limpieza ("Burbujeando").

En el segundo módulo, llamado "Reflexiono acerca de mis capacidades docentes", los participantes exploraron sus habilidades pedagógicas y socioemocionales en consonancia con lo propuesto por [18]. La Actividad 2.1, "Importancia del desarrollo de habilidades y competencias en el estudiantado", los llevó a reflexionar sobre la relevancia de estas habilidades mediante paisajes de aprendizaje interactivos. Posteriormente, la Actividad 2.2, "Competencias y habilidades emocionales en el

contexto educativo", abordó la inteligencia emocional y la valoración de habilidades como la empatía, el asertividad y la regulación emocional. En la Actividad 2.3, "Valoro mis habilidades blandas en contextos educativos", los docentes diagnosticaron competencias clave como la comunicación, la creatividad y el trabajo en equipo. Finalmente, con el objetivo de que los participantes exploraran diversas metodologías activas [16] se propuso la Actividad 2.4, "Estrategias metodológicas para potenciar mis habilidades docentes", la cual permitió explorar ejemplos relacionados con aula invertida, el aprendizaje basado en proyectos, el design thinking y la gamificación.

En consonancia con lo recomendado por [19] en el tercer módulo, titulado "Diseñando escenarios de aprendizaje STEAM", se planteó a los docentes diseñar un escenario interdisciplinario con el propósito de integrar la creatividad, el trabajo colaborativo y las habilidades científicas en el aula. Para ello, se propusieron cuatro escenarios a escoger: "Desde el lente", donde los docentes trabajaron en grupos para diseñar preguntas o problemas de ciencias y matemáticas a partir de una actividad fotográfica. "Jugando y aprendiendo acerca de estimaciones y mediciones", que implicó el uso de la gamificación para diseñar una propuesta educativa sobre estos conceptos. Y “Diseñando un mundo interactivo", para lo cual los docentes crearon un paisaje de aprendizaje en el que integraron diversas disciplinas y diseñaron actividades interactivas.

El cuarto módulo, "Aplicando el escenario de aprendizaje en el aula", permitió a los docentes implementar en el aula los escenarios diseñados en los módulos anteriores y presentar sus sistematizaciones, para lo cual se brindó un espacio para que los docentes compartieran los resultados de sus implementaciones y reflexionaran sobre los alcances de los retos en el aula.

Sobre la producción elaborada por los docentes en los dos últimos módulos, se centra el análisis que se presenta en los resultados.

3. Los resultados

Seguidamente se analizan dos escenarios de aprendizaje realizados por los profesores participantes, según las categorías de análisis.

3.1. El juego atómico

En este escenario, se implementó la estrategia de gamificación a través de un juego interactivo diseñado en la plataforma Genially [20] dentro de un contexto simulado. El avance en el juego se estructuró mediante una serie de misiones, cada una de las cuales planteaba un reto progresivo que exigía a los estudiantes demostrar conocimientos y habilidades para completar correctamente cada desafío.

Desde un enfoque temático, el juego tenía como objetivo fortalecer el dominio de conceptos fundamentales sobre la estructura y propiedades del átomo. Desde una perspectiva experiencial, fomentaba el desarrollo de habilidades clave, como el trabajo colaborativo, la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la comunicación.

La dinámica del juego se llevó a cabo en equipos de trabajo bajo un enfoque colaborativo, en el cual los participantes interactuaban con los recursos digitales mediante el uso de una computadora y conexión a internet. Esta organización promovió

altos niveles de motivación e involucramiento de los estudiantes, además de facilitar procesos de comunicación y negociación efectiva entre ellos.

Esta experiencia de gamificación se consolidó como un recurso creativo e innovador con un alto grado de efectividad en el logro de los objetivos de aprendizaje y en la promoción de habilidades tecnológicas, emocionales y sociales. En este sentido, la propuesta de juego alcanzó un nivel intermedio, combinando el uso de metodologías activas con tradicionales. En cuanto al tema de accesibilidad e inclusión, el videojuego podría ser restrictivo para estudiantes con necesidades visuales o auditivas.

3.2. Ciencia atractiva: la fascinante molécula de glucosa

Este escenario se desarrolló utilizando la estrategia de aprendizaje basado en diseño (Design Thinking). Para desarrollar esta experiencia se parte de la pregunta central ¿Cómo diseñar escenarios de aprendizaje en ciencias atractivos para el estudiante? Inicialmente se realizó un diagnóstico en el que participaron los estudiantes dando respuestas a la pregunta central. Las respuestas dadas por lo estudiantes se transformaron en la base sobre la cual se construyó un prototipo de escenario de aprendizaje. En este se abordaron los biocompuestos como contenidos temáticos con énfasis en la estructura y usos de la molécula de glucosa en la vida cotidiana.

Dentro de los aprendizajes esperados se pretendía que los estudiantes comprendieran la estructura molecular de la glucosa y otros carbohidratos, así como los procesos biológicos vinculados. De igual manera se espera que los estudiantes fortalecieran sus habilidades como el pensamiento crítico, sistémico, la resolución de problemas, la apropiación de las tecnologías y estilos de vida saludables.

Dentro de las actividades se proponía la utilización de recursos digitales como aplicaciones para recrear la estructura molecular de los compuestos, la construcción de infografías y el uso de realidad aumentada. Además, se utilizó la pizarra y el libro de texto. Todas estas estrategias con el fin de diversificara la experiencia de aprendizaje, generando un escenario atractivo y dinámico cumpliendo con los objetivos de aprendizaje y las habilidades propuestas.

La valoración por parte del estudiantado fue positiva con un alto niveles de participación e interés durante el desarrollo de las actividades En este caso, una de las oportunidades de mejora es la adaptabilidad de las actividades a las necesidades de personas con algún tipo de discapacidad.

La elaboración e implementación de los escenarios de aprendizaje por parte de los docentes participantes evidenció un alto grado de compromiso y creatividad en la integración del modelo STEAM. Se destacó el uso de metodologías activas, como la gamificación y el aprendizaje basado en diseño, que permitieron generar experiencias dinámicas y centradas en el estudiante. En particular, se valoró la capacidad de los docentes para diseñar actividades contextualizadas que promovieran la participación estudiantil y el desarrollo de habilidades clave, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo. No obstante, se identificaron oportunidades de mejora, especialmente en la accesibilidad e inclusión de los escenarios propuestos. Si bien los docentes lograron diversificar los recursos utilizados, se sugiere profundizar en estrategias que permitan adaptar las experiencias de aprendizaje a estudiantes con necesidades específicas. En general, la valoración de los capacitadores fue positiva, resaltando que los escenarios desarrollados constituyen

ejemplos innovadores y replicables en otros contextos educativos, fortaleciendo la enseñanza de Ciencias y Matemática bajo un enfoque STEAM.

4. Conclusiones

Como resultado de su participación en el módulo de capacitación, las personas docentes lograron apropiarse de diversas estrategias activas de mediación, tales como el aprendizaje basado en juegos, el aprendizaje basado en diseño ("design thinking"), los paisajes de aprendizaje y el aula invertida. La integración de estas metodologías les proporcionó herramientas para transformar sus prácticas pedagógicas, permitiéndoles diseñar experiencias de enseñanza más contextualizadas, dinámicas y significativas.

Al aplicar estos escenarios de aprendizaje, los docentes fortalecieron su capacidad para fomentar un aprendizaje más autónomo y reflexivo en sus estudiantes. Esto les permitió promover el desarrollo de habilidades clave, como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas, en entornos auténticos y motivadores que enriquecieron la experiencia educativa.

La implementación de escenarios de aprendizaje diseñados por los docentes participantes en el curso de formación continua basado en el modelo STEAM demostró ser una estrategia efectiva para enriquecer la enseñanza de Ciencias y Matemática. A través del uso de metodologías activas, como la gamificación y el aprendizaje basado en diseño, se promovieron experiencias dinámicas que favorecieron el compromiso y la participación estudiantil, al tiempo que fortalecieron habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo.

5. Referencias

[1] T. Escalona, Y. Cartagena, and D. González, “Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional,” *Contextos. Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, vol. 41, pp. 1–21, 2018, [Online]. Available: https://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395. [Último acceso: 21 02 2025].

[2] L. Tamargo, S. Agudo, and J. Fombona, “Intereses STEM/STEAM del alumnado de Secundaria de zona rural y de zona urbana en España,” *Educação e Pesquisa*, vol. 48, pp. 1–22, 2022, [Online]. Available: https://doi.org/10.1590/S1678-4634202248240890. [Último acceso: 25 02 2025].

[3] L. Becerra and L. Osorio, “Vista do Design Thinking como ferramenta para incentivar práticas criativas em professores de pré-escola,” *Revista on-line de Política e Gestão Educacional*, vol. 24, no. 3, pp. 1634–1644, 2020.

[4] M. Rodríguez, S. Fuentes, and A. Alonso-Sanz, “Buscando el Arte en la A de proyectos STEAM : una revisión crítica desde la Educación Artística Introducción La integración del arte y otras disciplinas,” *Revista*

Interuniversitaria de Formación del Profesorado, vol. 99, no. 1, pp. 13–36, 2024, [Online]. Available: https://doi.org/10.47553/rifop.v99i38.1.102900. [Último acceso: 08 03 2025].

[5] S. Saborio and M. García, "Construyendo una STEAM-E-WEB (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics-English Web)," *Rev. Innovaciones Educativas*, vol. 23, no. 1, pp. 133–146, 2021, [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.22458/ie.v23iespecial.3502. [Último acceso: 05 02 2025].

[6] C. Raquel and M. Checa, "Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria," *Píxel-BIT. Revista de Medios y Educación*, vol. 58, pp. 51–69, 2020, [Online]. Available: https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672.[Último acceso: 20 02 2025].

[7] V. Tomalá-Vera, "La metodología STEAM y su aporte matemático," *Rev. Electrónica Ciencias la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, vol. 7, no. 13, 2024, [Online]. Available: https://doi.org/10.35381/e.k.v7i13.3215. [Último acceso: 16 02 2025].

[8] A. Fonseca-Factos and V. Simbaña-Gallardo, "Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria," *Novasinergia*, vol. 5, no. 2, pp. 90–105, 2022, [Online]. Available: https://doi.org/10.37135/ns.01.10.06. [Último acceso: 18 02 2025].

[9] R. Videla, S. Salas, H. Egaña, and C. Urrutia, "Diseño e implementación de entorno educativo STEM en estudiantes de tercer año básico: abordaje enactivo y ecológico de la experiencia de aprendizaje," *Revista Estudios y Experiencias en Educación*, vol. 20, no. 44, pp. 408–427, 2021, [Online]. Available: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-51622021000300408. [Último acceso: 21 02 2025].

[10] W. Montero, B. Pineda, G. León, and A. Durán, "Las habilidades sociocientíficas y el trabajo de laboratorio en la especialidad de agroindustria en un colegio técnico de Costa Rica," *Innovaciones Educativas*, vol. 24, no. 37, pp. 53–66, 2022, [Online]. Available: https://doi.org/10.22458/ie.v24i37.3898. [Último acceso: 20 02 2025].

[11] D. Pineda, "Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes," *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, vol. 3, no. 1, pp. 229–244, 2022, [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8897835. [Último acceso: 05 03 2025].

[12] G. Yakman and H. Lee, "Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea," *Journal of the Korean Association for Science Education*, vol. 32, no. 6, pp. 1072–1086, Aug. 2012, [Online]. Available: https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072. [Último acceso: 23 02 2025].

[13] M. Silva-Hormazábala and Á. Alsina, "Promoviendo el desarrollo profesional docente en STEAM : Diseño y validación de un programa de formación," *Revista Estudios y Experiencias en Educación*, vol. 22, no. 50, pp. 99–120, 2023, [Online]. Available: https://doi.org/10.21703/rexe.v22i50.1986. [Último acceso: 24 02 2025].

[14] R. Hernández, C. Fernández, and M. Baptista, *Metodología de la investigación*.

Madrid: McGraw Hill, 2014.
[15] L. Bardin, *Análisis de contenido*. Madrid: Akal Universitaria, 2012.
[16] A. Fernandez, "Metodologías activas para la formación de competencias," *Educatio Siglo XXI*, vol. 24, pp. 35–56, 2006, [Online]. Available: https://revistas.um.es/educatio/article/view/152. [Último acceso: 20 02 2025].
[17] M. Quintanilla, M. Izquierdo, and A. Adúriz, "Directrices epistemológicas para promover competencias de pensamiento científico en las aulas de ciencias," in *Las competencias de pensamiento científico desde las 'emociones, sonidos y voces' del aula*, Quintanilla, M, 2014, pp. 16–30.
[18] S. F. Acosta, "Competencias emocionales de los docentes y su relación con la educación emocional de los estudiantes," *Dialogus*, vol. 7, no. 12, pp. 53–71, Dec. 2023, [Online]. Available: https://doi.org/10.37594/dialogus.v1i12.1192. [Último acceso: 20 02 2025].
[19] B. Morales and F. Landa, "Aprendizaje basado en problemas," *Theoria*, vol. 13, pp. 145–157, 2004, [Online]. Available: https://doi.org/10.1136/emj.2003.012435. [Último acceso: 22 03 2025].
[20] Genially, "Genially: plataforma para crear contenido interactivo." [Online]. Available: https://genially.com. [Último acceso: 20 02 2025].

Educación en Ciencias con un enfoque de proyectos STEM

Beatriz García-Rivera[1], Leticia Gallegos-Cázares[1], Fernando Flores-Camacho[1], Elena Calderón-Canales[1]

[1] Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología. Universidad de Nacional Autónoma de México (México)
beatriz.garcia@icat.unam.mx; leticia.gallegos@icat.unam.mx; fernando.flores@icat.unam.mx; elena.calderon@icat.unam.mx

Resumen. Esta ponencia presenta el diseño y análisis de la implementación de una propuesta de educación STEM para el profesorado de educación básica en México. La propuesta mencionada se desarrolló como un Diplomado, que tomó en cuenta los aspectos centrales de la educación STEM que contribuye al desarrollo de su proceso de construcción del conocimiento y su aplicación al resolver problemas de manera colaborativa a través de la indagación y que coincide con los objetivos de aprendizaje del actual currículo para educación secundaria en el país.

Palabras clave: Proyectos STEM. Indagación. Educación Básica. Formación docente.

1. Introducción

Por décadas, la enseñanza de la ciencia y la tecnología se ha enfrentado al problema de que el aprendizaje logrado por el estudiantado es deficiente. Desafortunadamente, tampoco existe mejora en el desarrollo de las habilidades necesarias que un ciudadano requiere para la solución de problemas complejos, lo que se relaciona con que los conocimientos escolares no son considerados para explicar los problemas diarios y cotidianos del estudiantado. Para atender esta situación, a nivel mundial se han desarrollado diversas propuestas curriculares y estrategias didácticas, pero hasta ahora no se ha logrado un impacto sustancial en la formación de los futuros ciudadanos [1].

Una de las propuestas para intervenir en la mejora de la situación descrita, que ha cobrado relevancia en años recientes, es la Educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics; ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas)[2], que enfatiza el desarrollo del alumnado en su proceso de construcción del conocimiento sobre la ciencia, tecnología y matemáticas, además de su aplicación y la solución de problemas de manera colaborativa y multidisciplinaria. El proceso de formación con enfoque STEM atiende los aspectos cognitivos del aprendizaje de las y los alumnos, los conceptos de las disciplinas en las que se concentra, así como la forma de abordarlas

en el aula, siguiendo lineamientos de la enseñanza por indagación y la solución de problemas, enmarcados en el ámbito del sujeto como constructor de conocimiento [3].

Este documento presenta la estructura de un diplomado que se diseñó, a partir de las estas consideraciones y de algunos resultados de su implementación con 40 profesoras y profesores de nivel de secundaria (a su vez asesores de profesorado) cuyas edades se encuentran entre los 30 y 78 años, 51.4% hombres y 48.6% mujeres. La experiencia profesional de las y los docentes participantes va de 7 a 53 años. En cuanto a su formación académica el 46% contaba con licenciatura, 32% con maestría y 22% con doctorado. Sin embargo, solo 54% era del área de ciencias naturales. Todo el profesorado participante cumple con la función de ser formadores y supervisores en las escuelas de secundaria de la Secretaría de Educación Pública del Estado de México.

2. Estructura del diplomado en Educación STEM

El diplomado contempló 120 horas de trabajo presencial, que se organizó en tres módulos, en los que se abordan temáticas teórico-prácticas específicas pero complementarias entre sí. En cada módulo se introduce la problemática a tratar, aspectos teóricos que pueden contribuir a la construcción o planteamiento de posibles soluciones, las posibilidades de experimentación mediante ejercicios concretos que también apoyen la búsqueda de distintas formas de solución del problema, desde la perspectiva de la o el docente como alumno para que, finalmente, realicen una proyección hacia la acción y aprendizaje de sus estudiantes. Ver figura 1.

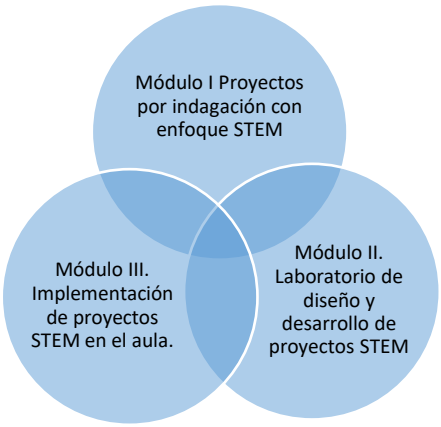


Fig. 1. Esquema de los módulos del diplomado en educación STEM.

Módulo I. Procesos de indagación en el diseño de proyectos y solución de problemas. Contempló la presentación y análisis de las bases del diseño de proyectos basados en procesos de indagación y solución de problemas con enfoque STEM [4, 5].

Módulo II. Laboratorio de diseño y desarrollo de proyectos STEM. Se trabajaron dos líneas, una con énfasis en Biología y Salud y otra con énfasis en Física y Salud. Cada línea presentó un problema a resolver bajo un proceso indagatorio, que está estrechamente relacionado con el currículo escolar y cuya solución necesariamente tiene que atenderse considerando al menos dos disciplinas STEM.

Módulo III. Implementación de proyectos STEM en el aula. El trabajo que contempla esta etapa entreteje lo desarrollado en los módulos precedentes, con especial énfasis en las condiciones de aprendizaje del estudiantado de este nivel educativo y de analizar de manera detallada las posibilidades de inclusión del proyecto en la escuela, teniendo en consideración las ideas previas sobre las temáticas que contempla [5] y problemáticas conceptuales que al respecto son comunes en el estudiantado y que la investigación educativa ha puesto de manifiesto [6, 7].

Cada uno de los módulos presenta el contenido teórico necesario para el desarrollo de las actividades, solución de problemas, búsquedas en diversas fuentes, trabajo colaborativo, entre otros aspectos.

2.1. Descripción de las actividades de los módulos

En este apartado se describen, de manera sintética, las actividades realizadas en el diplomado:

Módulo I

A manera de seminario de discusión, se presentaron y analizaron los siguientes puntos, que sirvieron de base para el desarrollo de las propuestas de los proyectos:

1. Enseñar y aprender ciencias. ¿A qué nos enfrentamos? En este apartado se plantea un panorama general de los problemas que existen documentados sobre el tema.
2. Factores y problemas a los que nos enfrentamos en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. De manera específica, se analizan los factores centrales del proceso de enseñanza aprendizaje: las representaciones de los alumnos; las concepciones de las y los profesores; la perspectiva de la Naturaleza de la Ciencia, el papel de las ideas cotidianas en alumnas, alumnos y profesoras y profesores.
3. ¿Qué ha aportado la investigación sobre la educación en ciencias? Se describen y analizan los aportes de la investigación educativa sobre la educación en ciencias.
4. Dos propuestas para afrontar el problema de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias: Indagación y Educación STEM. Se analiza el enfoque STEM y la Indagación científica como proceso de formación docente.
5. Guía para valorar epistémicamente el proceso de indagación dentro del enfoque STEM. Se proponen aspectos a evaluar durante el proceso de creación y aplicación de proyectos STEM con un enfoque de indagación.

Módulo II

Se desarrollaron dos líneas de proyectos STEM por indagación, uno con énfasis en Biología y Salud y otro con énfasis en Física y Salud. En ambos casos, los temas fueron acordes al planteamiento curricular de la Nueva Escuela Mexicana, la cual entró en vigor en México a nivel nacional a partir del ciclo escolar 2023-2024 (28 de agosto de

2023, específicamente). Cada uno de los proyectos fue planteado a partir de un conjunto de actividades que se entrelazan. El diseño de cada una de las actividades tiene el siguiente esquema:

Introducción al Contexto. Se introduce a la o el docente-alumno a la problemática de la actividad.

Indagación de ideas. Se recuperan las ideas previas de la o el docente-alumno relativas al tema de la actividad. En muchos casos esta sección propicia un análisis del contexto particular de la población.

Desarrollo. Se presentan diversas opciones de actividades o ejercicios que contribuyan a la comprensión del problema y a plantear soluciones posibles. Esto implica que en esta sección aparecen actividades de búsqueda de información, análisis de lecturas, resolución de ejercicios, experimentos, descripción de procedimientos.

Análisis de resultados. En esta fase se busca lograr que las o los docentes-alumnos hagan explícitos los datos o información que hayan encontrado en la fase de desarrollo.

Reconstrucción de las ideas. Es un paso previo a las conclusiones, en la que se recuperan las preguntas iniciales, las dudas y las ideas de partida para analizar su posible transformación.

Conclusiones. Es el momento de cierre parcial del proyecto, en el que se establecen las conclusiones sobre la actividad y se presentan aspectos relevantes que abren conexiones con la siguiente actividad.

Cabe destacar que, si bien las actividades descritas tienen la misma estructura, en cada una de ellas se hizo énfasis en algunos aspectos centrales del proceso de indagación y el planteamiento de protocolos y diseños experimentales, así como en la colecta y sistematización de datos, así como el análisis y reflexión sobre los resultados obtenidos. El proceso descrito se centró en todo momento en la dupla profesorado-alumnos, buscando que explicitaran sus ideas y poniéndolas a prueba, mediante cuestionamientos y desarrollo de diseños experimentales que les permitieran identificar con mayor claridad el problema que se les presentó para analizar, así como las alternativas para dar respuesta o solución al mismo.

En la figura 2 se muestran las actividades propuestas para el proyecto de Biología y Salud y en la figura 3 las que corresponden al proyecto de Física y Salud.

Fig. 2. Actividades del proyecto de Biología y Salud “Tabaco y Cigarrillo”.

Fig. 3. Actividades del proyecto de Física y Salud: ¿Qué es lo que emite el Sol y cómo lo percibimos?

Módulo III

Como ha sido señalado, este módulo se fue trabajando a la par del Módulo II e integra también los elementos analizados en el Módulo 1.

Para el proyecto Tabaco y Cigarrillo, una vez que las y los docentes completaron el trabajo con la propuesta original, la reestructuración para que ésta se implementara en el aula implicó que el profesorado generará, en equipo, un proyecto alternativo que también abordara el tema del tabaco como elemento central. Las condiciones para generar la nueva propuesta contemplaron: utilizar la indagación, incluir al menos dos disciplinas de ciencias y el componente tecnológico, estar conformado por cuatro actividades y al menos dos de ellas debían ser experimentales. Al final, se contó con nueve proyectos.

La reestructuración para la implementación en el aula del proyecto ¿Qué es lo que emite el Sol y cómo lo percibimos? fue solicitada a las y los docentes participantes como un rediseño de las actividades 6, 7 y 8 del proyecto original, pero ahora a partir de la selección y desarrollo de un conjunto de ideas previas del alumnado de secundaria que se encuentran en la literatura [5,6]. En este caso las y los profesores se organizaron en 8 equipos de trabajo y desarrollaron las actividades de su proyecto de integración.

3. Resultados

La evaluación del diplomado se realizó con base en una encuesta de opinión a partir de un cuestionario en formato digital, utilizando una escala de Likert de 5 niveles desde Muy en desacuerdo hasta Totalmente de acuerdo, que respondieron 37 de las y los 40 docentes participantes.

En la tabla 1 se puede observar que la mayoría de los participantes estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo con que el contenido del diplomado, que estaba bien organizado y planificado (72%), consideró que los objetivos del diplomado estaban bien definidos (75%), que se aprovechó adecuadamente el tiempo de las actividades (84%) y que los materiales utilizados en las actividades fueron adecuados (78%), mientras que el 59% de los participantes consideró adecuada la carga de trabajo del diplomado. Finalmente, la mayoría de los participantes manifestó que pudo participar activamente en el diplomado (78%).

Tabla 1. Porcentajes de respuesta sobre la evaluación del diplomado por parte del profesorado participantes.

Reactivo	1	2	3	4	5
Contenido, organización y planificación	14	3	11	24	48
Objetivos bien definidos	11	3	11	24	51
Aprovechamiento del tiempo en las actividades	11	0	5	11	73
Materiales adecuados	14	0	8	5	73
Carga de trabajo adecuada	11	14	16	27	32
Participación activa de las y los profesores	14	0	8	5	73

1. Muy en desacuerdo; 2. En desacuerdo; 3. Neutral; 4. De acuerdo; 5 Totalmente de acuerdo.

Por lo que toca a los resultados obtenidos por el profesorado, observados en la elaboración y presentación que hicieron de sus propuestas para llevar al aula, y que constituye la parte central del Módulo III, puede notarse que no se logró el abordaje y tratamiento de las ideas previas del alumnado sobre aspectos básicos de los tópicos de ciencias en los proyectos elaborados por el profesorado, por lo que su esfuerzo solo se centró en integrar algunas de las actividades presentadas durante el diplomado, pero sin profundizar o proponer una adecuación pertinente de acuerdo con las posibles ideas que tengan sus alumnos, lo cual implica que las y los docentes no llegan a identificar las fuertes implicaciones que éstas tienen para la construcción del pensamiento científico escolar, aspecto que se buscó destacar y atender en las sesiones del diplomado, pero que requiere de mayor tiempo de análisis y discusión.

4. Conclusiones

Si bien es posible señalar que la apreciación general de las y los profesores fue de satisfacción con los resultados obtenidos a lo largo del diplomado, vale la pena destacar algunos otros aspectos que fueron identificados por las y los responsables del desarrollo de las sesiones, quienes implementaron las actividades de los proyectos originales y guiaron a las y los docentes en la generación de los propios:

- Las y los profesores participantes cuentan con muy pocos espacios de reflexión y análisis para comprender de fondo el modelo educativo planteado por la Nueva Escuela Mexicana, lo que los lleva a apropiarse de él, pero solo en el discurso, con lo que las partes educativa y disciplinar que debieran fundamentarlo, quedan ausentes.
- El perfil de la muestra con la que se trabajó, formadores y supervisores en las escuelas de secundaria, evidencia que sus jornadas están saturadas por actividades administrativas que los alejan del trabajo directo en el aula, por lo que les es aún más difícil tener trabajo colegiado con otras y otros profesores para generar propuestas, que se deriven del currículo, pero que estén centradas en el contexto e intereses particulares de los alumnos, y que las puedan poner en práctica en el salón para evaluarlas y reestructurarlas, con el fin de hacerlas más pertinentes al enfoque STEM por indagación.
- En las dos líneas temáticas abordadas, la mayoría de los proyectos desarrollados en los equipos no lograron despegarse de las actividades modelo que se revisaron con ellos, por lo que terminaron mostrando solo algunas variaciones en las propuestas experimentales, sin que con ello se evidenciara la comprensión disciplinar, de integración y de indagación esperada.
- Las y los docentes participantes que cuentan con estudios de posgrado en áreas educativas tuvieron más oportunidad de establecer los vínculos entre los aspectos teóricos, didácticos y experimentales que se propusieron a lo largo del diplomado para desarrollar sus proyectos.

Lo anterior hace evidente que este tipo de propuestas curriculares implican la necesidad de una sólida formación en el campo de la educación en ciencias y en la disciplina por parte del profesorado.

5. Referencias

[1] National Research Council. (2000). How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/9853.

[2] Martín-Páez, T., Aguilera-Morales, D., Javier-Perales, F., y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking when we talk about STEM education? A review of literature. Science Education, 103(3), 799-822

[3] Martin-Paez. T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílches-González, J. M., (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103, 799-822.

[4] Lo, C. K. (2021). Design principles for effective teacher professional development in integrated STEM education. *Educational Technology & Society, 24*(4), 136-152.

[5] Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM narrative: 15 years in the making, Australian Journal of Teacher Education, 40(7), 102–112.

[6] Flores, C. F., Tovar, M. M. E., Vega, M. E. J., Bello, G. S., Gamboa, R. F., Castañeda, M. R., Alvarado, Z. C., Chamizo, G. J. A., Cruz, C. J. M., Gallegos, C. L., Sosa, F. P., López, A. D., & Valdez, A. S. (2002). Ideas Previas. <http://www.ideasprevias.ccadet.unam.mx:8080/ideasprevias/preconceptos.htm>

[7] Libarkin, J. C., Anila, A., Crockett, C., & Philip, S. (2011). Invisible Misconceptions: Student Understanding of Ultraviolet and Infrared Radiation. *Astronomy Education Review, 10*(1), 1- 12.

[8] Leighton, J., & C Bisanz, G. L. (2003). Children's and Adults' Knowledge and Models of Reasoning about the Ozone Layer and Its Depletion. *International Journal of Science Education, 25*(1), 117-39.

Trabajo Colaborativo como Estrategia Didáctica en Educación Superior

Gabriela L. Rueda Morales, Leonor Pérez Trejo, Arturo Fidencio Méndez Sánchez y Victor Ruben Gallegos Cervantes

Departamento de Física. Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional (México)
garuedamo@gmail.com, lperezt@ipn.mx; afmendezs@ipn.mx,
vgallegosc1801@alumno.ipn.mx

Resumen. En la actualidad una de las principales características que los empleadores esperan de los graduados universitarios es que trabajen de manera colaborativa, en este trabajo se presenta una estrategia didáctica del trabajo colaborativo aplicada en una asignatura teórica de Física en el nivel superior. Los resultados arrojan que las y los estudiantes desarrollan habilidades en los siguientes aspectos: organización de problemas, resolución de problemas y desarrollo personal, los cuales están integrados en lo que se conoce como aprendizaje colaborativo. Los y las estudiantes manifiestan que pueden afrontar el reto de resolver exámenes en equipo de mejor manera que de forma individual y esto se ve reflejado en un mejor rendimiento académico. Algo muy importante que se promueve con el trabajo colaborativo es la cultura de la igualdad lo que contribuye para erradicar cualquier tipo de violencia indispensable en estos días.

Palabras clave: Trabajo Colaborativo. Nivel Superior. Didáctica.

1. Introducción

En este trabajo se comparte la experiencia de establecer en un curso teórico de Física la estrategia del aprendizaje colaborativo para desarrollar las habilidades sociales, la autorregulación, fomentar el pensamiento crítico y con esto mejorar el rendimiento académico.

La colaboración por sí misma permite la construcción de la igualdad con el fin de lograr objetivos compartidos mediante la convivencia, lo cual contribuye a fomentar la interculturalidad y ayuda a la distribución del protagonismo.

En el ámbito escolar trabajar de manera colaborativa implica formar equipos de trabajo en los que se promueve: la interdependencia, que consiste en que los esfuerzos y logros individuales benefician a todo el equipo; la socialización, que fomenta las habilidades de comunicación, resolución de conflictos y la cooperación; la interacción estimuladora, donde los estudiantes se apoyan mutuamente compartiendo ideas y recursos; la responsabilidad donde cada miembro es responsable de su aprendizaje y del aprendizaje del equipo y la autoevaluación, que consiste en evaluar la contribución individual para el aporte grupal [1].

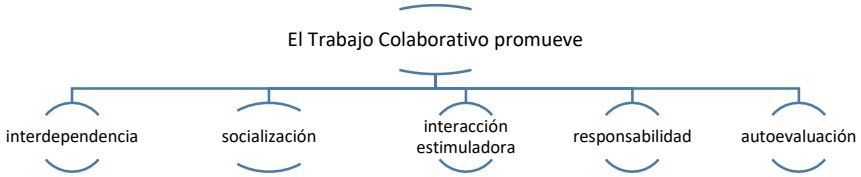


Fig. 1. Trabajo colaborativo en el ámbito escolar

Zambrano y López [2], realizan una revisión de la literatura sustentada en métodos analíticos para identificar a los autores que han aportado a la teoría sobre el aprendizaje colaborativo y llegan a la conclusión siguiente:

"Las actividades colaborativas cumplen un papel fundamental para mejorar el aprendizaje ya que buscan propiciar espacios en los cuales se genere el desarrollo de habilidades individuales y grupales, a partir de la discusión entre los estudiantes al momento de explorar nuevos conceptos"

En este contexto, este trabajo expone las habilidades de *organización de problemas*, *resolución de problemas* y *desarrollo personal* que los estudiantes identifican que se promueven al aplicar la estrategia de trabajo colaborativo durante el curso, que se relacionan con las mostradas en la Figura 1. También se presenta la mejoría en las calificaciones de un primer examen en equipo a un segundo, por lo que se infiere que la práctica en el trabajo colaborativo permea en el rendimiento académico.

2. Contenido

2.1. El grupo de estudio

La práctica educativa fue implementada en un grupo de estudiantes de una asignatura de Física en una escuela de ciencias de nivel superior. El número de integrantes del grupo fue de 42, contando con 30 hombres y 12 mujeres. Para desarrollar el trabajo colaborativo se formaron 12 equipos, con 3 o 4 integrantes cada uno.

2.2. El formato del curso

La planeación didáctica del curso se lleva a cabo en 3 fases que se denominan: inicial, de intervención y de consolidación, en las cuales se implementaron estrategias de trabajo colaborativo.

FASE INICIAL: Al inicio de esta fase se manejó el curso de manera tradicional, la cual consiste en que la docente expone los temas, los y las estudiantes están receptivos y se evalúa con un examen individual. Posteriormente se integra la actividad de resolver problemas en clase en equipo. Finalmente se aplica un examen de manera individual.

FASE DE INTERVENCIÓN: Se aplica el trabajo colaborativo en la resolución de problemas y en un examen en equipo y además un examen de manera individual.

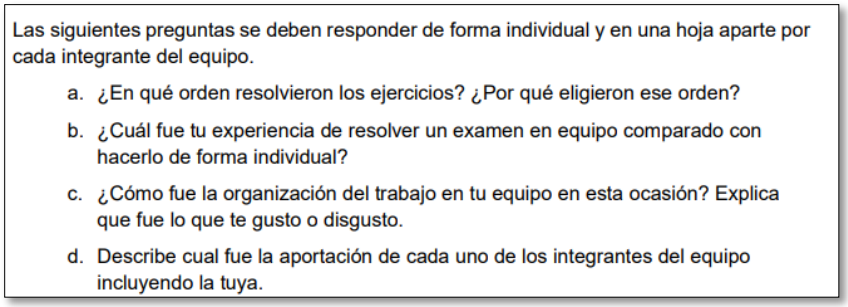
FASE DE CONSOLIDACIÓN: Para esta etapa se realiza un examen y un cuestionario de manera individual, además de resolución de problemas y examen en equipo.

Todas las actividades en equipo implican trabajo colaborativo

2.3. El cuestionario

Para conocer como llevaron a cabo el trabajo colaborativo se aplicó el cuestionario de la Figura 2 de manera individual, el cual se centró en conocer la experiencia de los y las estudiantes al realizar el examen en equipo. Se aplicó en la etapa de consolidación después de resolver el examen en equipo.

La intención de las preguntas es develar si se desarrollaron las habilidades propias del trabajo colaborativo.


Las siguientes preguntas se deben responder de forma individual y en una hoja aparte por cada integrante del equipo.

a. ¿En qué orden resolvieron los ejercicios? ¿Por qué eligieron ese orden?
b. ¿Cuál fue tu experiencia de resolver un examen en equipo comparado con hacerlo de forma individual?
c. ¿Cómo fue la organización del trabajo en tu equipo en esta ocasión? Explica que fue lo que te gusto o disgusto.
d. Describe cual fue la aportación de cada uno de los integrantes del equipo incluyendo la tuya.

Fig. 2. Cuestionario sobre el trabajo colaborativo

3. Resultados y Discusión

En esta sección se presentan los resultados de los exámenes realizados en equipo para comparar el desempeño obtenido en el primer examen (fase de intervención) con relación al segundo (fase de consolidación) en donde los equipos ya tenían experiencia en el trabajo colaborativo. En la tabla 1 se presentan los resultados, donde Examen 1 y Examen 2 corresponden a la fase de intervención y consolidación respectivamente. En las filas marcadas se resaltan los equipos donde su calificación mejoró en el Examen 2, lo que indica que 8/12 equipos tuvieron este resultado, de esto se infiere, qué al tener más experiencia en trabajar de manera colaborativa, el desempeño académico mejora. Por otro lado, en la fase de consolidación los y las estudiantes ya han trabajado colaborativamente en varias actividades, por lo que presentamos la gráfica de la figura 3, para comparar los resultados del promedio del examen individual de los integrantes de cada equipo y los del examen en equipo de esta fase (Examen 2).

Se puede observar que para 11/12 equipos la calificación del examen en equipo es mayor que la del promedio de los exámenes individuales de los integrantes del equipo, en algunos casos (4/12) pasa de calificaciones no aprobatorias a aprobatorias (Fig. 3).

Cabe mencionar que las calificaciones del Examen 2 en equipo son todas aprobatorias (>5), sin embargo, al comparar con el promedio de los exámenes individuales (Fig. 3) para los equipos 1, 6, 7, 10 y 12, las dos calificaciones son semejantes, en contraste hay resultados con diferencia de más de 3 puntos en los casos de los equipos 2, 8 y 11.

Tabla 1. Resultados de los exámenes en equipo

Equipo	Examen 1	Examen 2
1	6.6	7.6
2	4.5	8.3
3	6.7	9
4	8.8	8.5
5	6.7	7
6	10	9
7	8.8	9
8	4.4	8.3
9	8.3	6.3
10	7.5	9.7
11	8.8	9
12	9.6	6.3

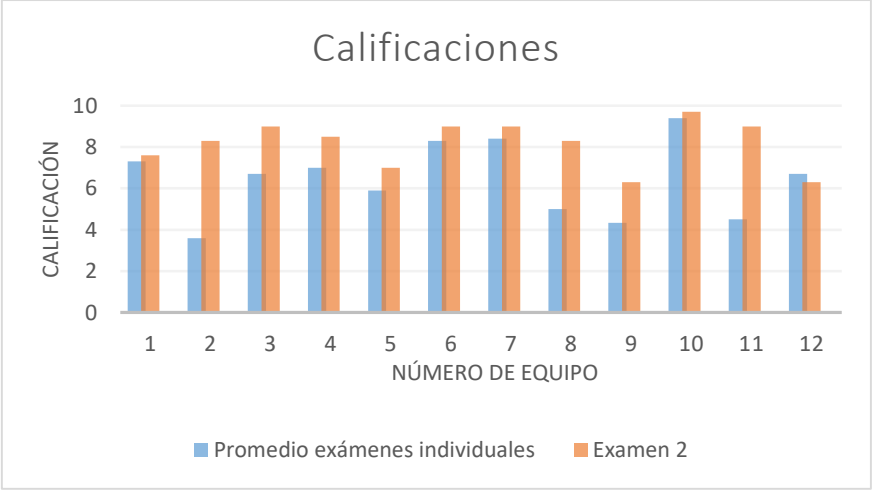


Fig. 3. Gráfica de comparación de calificaciones del promedio de los integrantes de cada equipo con la obtenida en el Examen 2

En general, la mayoría de los estudiantes manifiesta que el trabajo colaborativo les dejo un aprendizaje constructivo, no obstante, también hubo estudiantes que expresaron algún descontento en esta forma de trabajo, como se puede observar en los comentarios vertidos en la Figura 4.

Para organizar los comentarios vertidos en el cuestionario se identifican las habilidades que desarrollaron los y las estudiantes durante la aplicación de la estrategia

didáctica y en la Figura 5 se muestran los resultados, considerando tres aspectos, organización de problemas, resolución de problemas y desarrollo personal.

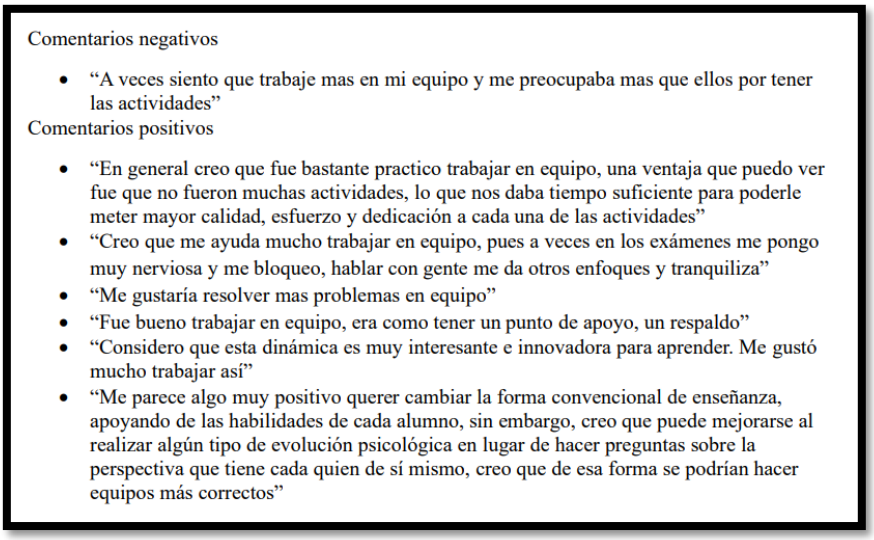


Fig. 4. Comentarios de algunos estudiantes

En la figura 5, el eje horizontal se muestra el número de equipos que mencionaron la habilidad marcada en eje vertical. En el aspecto de *Organización para la resolución de problemas* se identificaron los indicadores de la Comunicación y Estrategia, en comunicación se evalúa si se discutieron los problemas antes de resolverlos y si se hizo un análisis de estos, se destacó que todos los equipos la generan, al manifestar que hubo un intercambio de ideas y varios puntos de opinión; la diferencia con la Estrategia es que, con todo lo comentado entre ellos, se describió el por qué escogieron resolver los problemas en el orden que vieron conveniente, es decir por dificultad o por manejo de temas, y no como usualmente se hace que es resolverlos en el orden indicado

En el aspecto de *Desarrollo de resolución de problemas* se identificaron los indicadores: Organización, Resolución, Liderazgo, Comunicación, Reconocimiento entre miembros y Confianza. En la Organización se considera la manera en que se fueron resolviendo los problemas, cómo se iban poniendo de acuerdo los integrantes para la resolución, el orden y limpieza, y cómo resolvieron los problemas. La Resolución está relacionado con el desarrollo de ideas, cómo plantearon los problemas y el resultado al que llegaron. Con el criterio de Comunicación se identificó que los estudiantes por medio de sus comentarios describen la comunicación que fueron desarrollando para la resolución de los problemas, es decir el cómo se ponían de acuerdo para resolverlos. El Reconocimiento entre miembros identifica los aportes que realizan los demás integrantes por medio de comentarios, ideas o el hecho de escribir las respuestas. La Confianza describe la manera en que se sentían al momento de realizar el examen, cómo de manera colaborativa existe una mayor confianza en sus conocimientos, así como en el de su equipo y eso les da seguridad.

El aspecto *Desarrollo personal* determina si se incentivó el pensamiento crítico, la creatividad y la mejora del rendimiento académico. En el rubro Pensamiento crítico se

asoció la manera en que los y las estudiantes fundamentan el conocimiento que aplicaban en el examen, emitiendo varias opiniones sobre alguna respuesta, generando un diálogo para llegar a una solución. La Creatividad se relacionó con las ideas que aportaron para encontrar soluciones con diversas características, el realizar planteamientos los llevaba a incrementar su creatividad para poder resolver los problemas. En Rendimiento académico, se trata de relacionar si la estrategia didáctica fue de ayuda, si bien no todos tuvieron una mejora en la calificación numérica, sí mostraron su gusto por el trabajo colaborativo y expresaron que los ayudó en el cómo debían prepararse para los exámenes.

Las respuestas de los y las estudiantes (Figura 5) revelan las habilidades que se desarrollaron con el trabajo colaborativo a lo largo del curso y la calificación solo se convierte en una característica más

Fig. 5. Resultado de las respuestas vertidas en el cuestionario

De estos resultados se puede inferir que trabajar de manera colaborativa motiva a los y las estudiantes a aprender a aprender, aprender a conocer y aprender a ser, como se puede observar en las habilidades desarrolladas, lo cual concuerda con lo que comenta Arteaga [3], ya que pueden llegar a saber qué es lo que tienen que hacer y por qué lo hacen (autorregulación). La calidad de su trabajo aumenta y también el grado de dominio de los conceptos y procedimientos y esto contribuye a cumplir con los requisitos y exigencias del mundo actual [4] y al luchar juntos por conseguir un mismo fin, refuerza sus lazos y mejora sus relaciones personales, la autoestima y la

inclusividad, lo cual contribuye a prevenir la violencia construyendo una cultura de igualdad desde la práctica escolar de la colaboración [5].

4. Conclusiones

En la práctica habitual de una asignatura teórica en una escuela de ciencias, el estudiante trabaja de manera individual, en este trabajo se fomenta el trabajo colaborativo con lo que se obtienen los siguientes logros:

- Se generó un ambiente activo, provocando que los equipos de trabajo se cuestionen, busquen soluciones y así extiendan los límites del aprendizaje
- El trabajo colaborativo permea en el rendimiento académico de los y las estudiantes
- Se identifica que se desarrollan habilidades en la organización de problemas, resolución de problemas y desarrollo personal.
- Por los comentarios vertidos se observa que la mayoría de los y las estudiantes se sienten motivados a realizar trabajo colaborativo.

El trabajo colaborativo, en un contexto educativo, constituye una estrategia interactiva que incita a que los y las estudiantes construyan juntos, conjugando esfuerzos, talentos y competencias mediante un conjunto de intercambios para llegar a acuerdos consensuados y con esto cumplir una meta común.

5. Referencias

[1] Vicerrectoría Educación Continua y Posgrados, «Aprendizaje Colaborativo, como Estrategia Didáctica: Qué es y Cómo Aplicarlo» 2024. [En línea]. Available: https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/. [Último acceso: 21 04 2025].

[2] D. Zambrano, V. R. López, «Aspectos Teóricos que fortalecen el aprendizaje colaborativo», *Dominio de las Ciencias*,vol. 9, nº 3, 2023.

[3] E. Arteaga, A. Arteaga, J. L. Del Sol Martínez, «La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias» *Revista Universidad y Sociedad*, vol. . 8, nº 1, 2016.

[4] J. M: Chaljub, «Trabajo Colaborativo como estrategia de Enseñanza en Universidad». *Cuaderno de Pedagogia Universitaria*, vol. 1, , nº 22, 2014.

[5] M. J. Díaz-Aguado, «Prevenir la violencia de género desde la escuela». *Revista de Estudios de Juventud*, nº 86, 2009.

Integración del enfoque stem en la enseñanza de la física moderna

Lihney Johana Méndez Matta[1], Jesús González Acosta[2], Jhon De la Hoz Villar[3]

[1] Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad del Magdalena (Santa Marta, Colombia)
ljmendez@unimagdalena.edu.co

[2] Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad del Magdalena (Santa Marta, Colombia)
jgonzaleza@unimagdalena.edu.co

[3] Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad del Magdalena (Santa Marta, Colombia)
jde lahozv@unimagdalena.edu.co

Resumen. Este estudio analiza el impacto de la integración del modelo STEM en la enseñanza de la Física Moderna en comparación con un enfoque tradicional. Se llevó a cabo una investigación cuasiexperimental con un diseño pretest-postest y grupo control. La muestra estuvo conformada por estudiantes universitarios de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de una Universidad Pública, un grupo experimental (GE), que recibió instrucción mediante estrategias STEM, y un grupo control (GC), que siguió una enseñanza tradicional basada en clases magistrales y resolución de problemas estándar. La intervención pedagógica en el GE se estructuró en torno a proyectos interdisciplinarios, aprendizaje basado en problemas y el uso de simulaciones computacionales y laboratorios virtuales. La evaluación del desempeño se realizó mediante pruebas estandarizadas de comprensión conceptual y resolución de problemas, además de encuestas de percepción sobre la motivación y el interés en la asignatura. El análisis estadístico de los resultados mostró que el GE obtuvo mejoras significativas en lo conceptual, la capacidad de transferencia del conocimiento y el desarrollo del pensamiento crítico en comparación con el GC. Además, los estudiantes del GE mostraron una mayor motivación y disposición hacia el aprendizaje de la Física Moderna, por lo que el modelo STEM favorece un aprendizaje más significativo, integrado y aplicado, promoviendo la construcción de conocimientos interdisciplinarios y el desarrollo de competencias científicas clave para la educación superior en ciencias y tecnología.

Palabras clave: STEM, Física Moderna, laboratorios virtuales, aprendizaje significativo, secuencia didáctica.

1. Introducción

En los últimos años la importancia de la educación STEM ha venido aumentando, esto ha llevado que muchos sistemas educativos busquen cada vez integrar este modelo a sus programas académicos, impulsando a que sus egresados tengan competencias en

este modelo educativo y lo puedan aplicar en sus entornos laborales (Caprile et al., 2015), lo que ha generado iniciativas estratégicas en muchos países, entre ellos Suecia, que ha desarrollado desde el 2024, una estrategia para motivar a sus estudiantes a inscribirse en programas con este modelo, cerrando paulatinamente la brecha en cuanto a fuerza laboral (Utbildningsdepartementet, 2024).

La rápida evolución de la sociedad moderna, viene demandando conocimientos y competencias en ciencia, tecnología y matemáticas (STEM) (Freeman et al., 2019; Thiry et al., 2019), por lo que tener una sólida base en los fundamentos STEM cada vez se vuelve importante para aplicar al mercado laboral, no solamente en campos específicos STEM sino en diferentes sectores profesionales (Tanenbaum, 2016; Zilberman & Ice, 2021). Sin embargo, la realidad es otra, ya existen factores sociales, de género y geográficos que ralentizan su implementación y aumenta la desigualdad en todos los niveles académicos.

Por otro lado, muchos sistemas educativos aún emplean enfoques de aprendizaje tradicionales en pleno siglo XXI, creando aún mayor dificultad en la implementación del enfoque STEM en sus programas a pesar de su conocida importancia (Forum, 2017; Nadelson y Seifert, 2017).

1.1. Evolución de la educación STEM con tecnología

El impulso que provoco el Covid-19 en términos tecnológicos fue inmenso y llego para quedarse (Delen y Yüksel, 2023), de igual manera provocó cambios positivos al introducir nuevas ideas que perduran más allá de su impacto inmediato (Lempinen, 2020). A su vez, puso de relieve la eficacia de la tecnología ofreciendo contenidos atractivos tanto para estudiantes como los educadores, impulsado a estos últimos como creadores de conocimiento, tutores virtuales, etc. (Allen, 2020; Janssen, 2020), reforzando el valor de la educación STEM, ayudando a los estudiantes como podían desarrollar sus habilidades cognitivas y mitigando los efectos de la crisis.

Por esta razón, se hace necesario integrar modelos como el STEM en los currículos de las instituciones educativas de nivel superior. Estos modelos deben centrarse en el desarrollo de competencias complejas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas a través de la innovación, un aspecto fundamental para participar en una economía basada en el conocimiento (Holmlund et al., 2018). Es importante tener en cuenta que las capacidades clave para fomentar la innovación incluyen el pensamiento crítico, la originalidad, la metacognición, la colaboración global y la comunicación (Körkkainen y Vincent-Lancrin, 2013). Esto implica que la educación STEM debe ser innovadora desde la educación infantil hasta la educación superior, utilizando tecnologías avanzadas, nuevos enfoques pedagógicos, currículos sólidos y metodologías de evaluación eficaces que promuevan la colaboración entre educadores (Garry et al. , 2020; Newhouse, 2017). Sin embargo, se requieren investigaciones futuras para ampliar el alcance para investigar la relación entre la enseñanza y el aprendizaje STEM.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, hay varios factores que son fundamentales para integrar la innovación en la educación STEM. Estos aspectos

forman parte del proceso de aprendizaje, el cual puede variar mediante prácticas o enfoques pedagógicos diferentes, a largo plazo estas estrategias para las transferencias de conocimientos básicos a los estudiantes a través de enfoques innovadores pueden generar un efecto sinergia en el aprendizaje significativo (Garry et al., 2020). Por lo tanto, para lograrlo, el presente estudio tiene como objetivo responder a la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué impacto tiene la implementación de metodologías activas STEM, en la mejora del rendimiento académico en Física Moderna en comparación con una enseñanza tradicional?

2. Contenido

2.1. El enfoque STEM integrado para resolver problemas del mundo real

El propósito de la integración de STEM es ayudar a los estudiantes a entender y reconocer los diferentes elementos de los temas en los currículos. Este enfoque fomenta la creatividad al presentar problemas del mundo real, construyendo una base sólida de conocimientos y habilidades prácticas. Wong y Huen (2017) mostraron cómo implementar actividades integradas en STEM, combinando la investigación científica con la innovación. Su enfoque mejora la conexión entre el conocimiento teórico y las experiencias prácticas de los estudiantes. Adicionalmente, la investigación científica involucra a los alumnos y estimula su curiosidad, aumentando su interés por aprender. Un aspecto clave en STEM es el desarrollo de habilidades para abordar problemas de manera metódica y con razonamiento lógico.

El enfoque de enseñanza y aprendizaje integrado de STEM requiere que tanto los estudiantes como los docentes sean capaces de reconocer cuándo y cómo aplicar los conocimientos y prácticas de las diferentes disciplinas STEM. Esta aplicación del saber permite a los alumnos profundizar en su comprensión de los conceptos y procesos relacionados con STEM, así como en sus interconexiones (Krathwohl, 2002). Además, la enseñanza integrada resulta ser más eficaz que la enseñanza tradicional, ya que facilita el abordaje simultáneo de múltiples conceptos e ideas de estas disciplinas (Drake y Burns, 2004). Por tanto, la razón de ser de la enseñanza integrada de STEM se sustenta en dos aspectos fundamentales: el desarrollo del talento en la fuerza laboral y la mejora en la eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.2. Importancia del contexto en el enfoque STEM

Cuando los estudiantes se involucran en proyectos que les permiten llevar a cabo investigaciones y buscar innovaciones para resolver sus dudas personales, es muy probable que sus habilidades de pensamiento crítico se vean estimuladas y desarrolladas (Barron et al., 1998; Bell, 2010; Kokotsaki et al. , 2016). Además, la participación en estos proyectos les otorga roles de responsabilidad y fomenta la

cooperación, lo que les permite tomar la iniciativa en el proceso de investigación, desde las consultas y la recopilación de datos hasta el análisis y la elaboración de informes. Todo esto culmina en un mayor compromiso y un mejor rendimiento académico a largo plazo teniendo en cuanta el contexto donde se desarrolla la actividad de aprendizaje.

Para que el aprendizaje STEM sea efectivo, es esencial que la complejidad del contexto se corresponda con el nivel de conocimiento de los alumnos. Si el conocimiento es bajo y el contexto es muy complicado, los estudiantes pueden frustrarse. Si el conocimiento es alto pero el contexto es muy simple, pueden aburrirse. Por lo tanto, es fundamental encontrar un equilibrio entre el contexto de enseñanza, el aprendizaje y las habilidades de los estudiantes (Nadelson y Seifert, 2017).

El uso de un solo contexto integrado en las clases de STEM ofrece a los estudiantes una experiencia común para explorar varios aspectos de esta disciplina. Esto facilita la transferencia de conocimientos al basarse en una comprensión compartida y experiencias relacionadas. El contexto actúa como un marco de referencia para estructurar el aprendizaje, permitiendo realizar proyectos que abarcan múltiples áreas. Además, utilizar contextos integrados hace que el contenido sea más relevante, lo que puede aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes con su aprendizaje (Nadelson y Seifert, 2017).

2.3 Pedagogía

Como se ha destacado en muchas investigaciones (Sithole et al., 2016), la cultura influye en la forma en que se genera el conocimiento, incluyendo el científico. Si bien los hechos pueden ser universales, su interpretación varía según las percepciones culturales de las personas que los experimentan. Por ejemplo, la interacción gravitatoria de la Luna y el Sol sobre la Tierra, es un fenómeno que ocasiona las mareas, sin embargo, su significado puede cambiar entre una cultura indígena y una del común.

Fig.1 Estudiantes trabajando el enfoque STEM, C-14 e interacciones Fundamentales.

Foto cortesía de los autores de la investigación.

La educación no puede permanecer estática, atrapada en el tiempo. Es fundamental que ajustemos nuestros métodos pedagógicos para adaptarnos a los cambios que se presentan constantemente. Debemos aceptar que la sociedad está en constante transformación, desde las herramientas tecnológicas que utilizamos hasta la naturaleza misma de las personas, incluidos nuestros estudiantes. Al ser la educación una actividad orientada al servicio, debe responder a las necesidades cambiantes de quienes la reciben. En este sentido, se han desarrollado diversos enfoques pedagógicos destinados a motivar a los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias, las tecnologías, las ingenierías y las matemáticas (Sithole et al., 2016).

Las prácticas de enseñanza en los cursos STEM, según Chalmers (2013), han identificado tres temas claves en los resultados relacionados con la ciencia: (a) la resolución de problemas; (b) el razonamiento científico; y (c) la exigencia de evidencia para validar afirmaciones. El enfoque en STEM no solo potencia las habilidades en la resolución de problemas, sino que también fortalece el razonamiento científico y lógico, así como el razonamiento cuantitativo. Estas destrezas son fundamentales para que los estudiantes desarrollen la capacidad de respaldar sus conclusiones con argumentos sólidos y bien fundamentados. Sin embargo, existe un reto considerable: la débil conexión entre los planes de estudio y las necesidades del mercado profesional en los programas STEM. Esta desconexión hace que estas disciplinas resulten menos atractivas en comparación con otros programas educativos.

3. Los resultados

A continuación, se presentan los resultados parciales y las actividades de la integración del enfoque STEM en estudiantes de la Licenciatura en Ciencias naturales y Educación ambiental que cursan la asignatura de Física Moderna.

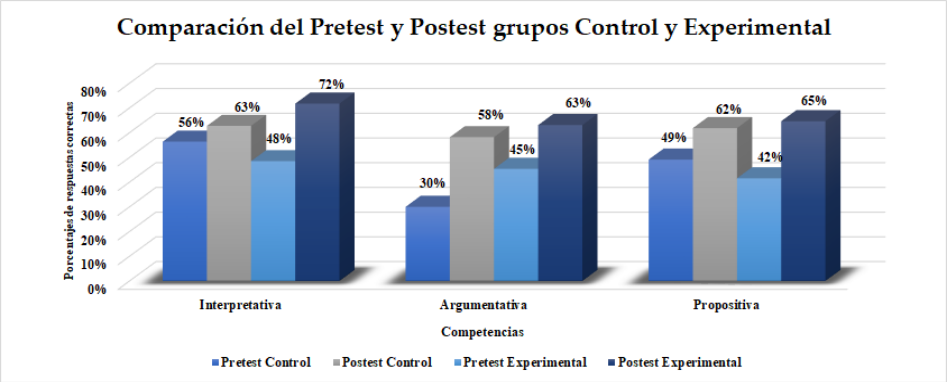
3.1 Encuesta

La encuesta indagó sobre las principales barreras que dificultan su implementación y sobre estrategias para mejorar su difusión y comprensión entre los estudiantes. A partir de las respuestas recopiladas, se identificaron tendencias clave y se proponen recomendaciones para fortalecer el enfoque STEM en el contexto universitario.

Sección 1: Conocimiento sobre el modelo STEM, Sección 2: Percepción sobre la importancia del modelo STEM, Sección 3: Percepción sobre la implementación del modelo STEM en educación superior, Sección 4: Interés y motivación hacia el modelo STEM, Sección 5: Comentarios adicionales.

3.2 Pretest grupo Control y experimental

Fig.2 Resultados Pretest por competencias

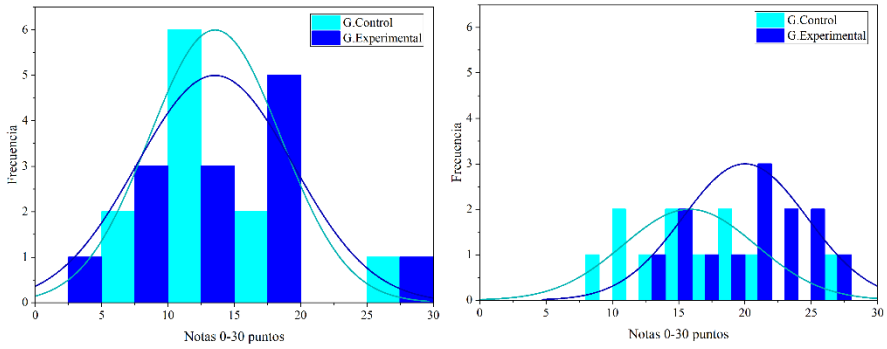


Fuente: elaboración propia

La prueba evaluó tres competencias: interpretativa, argumentativa y propositiva, se midió el porcentaje de respuestas correctas en cada competencia para el grupo control y el experimental. El rendimiento en general no presenta diferencias drásticas, lo que sugiere que ambos grupos pueden estar en niveles similares de conocimiento inicial, aunque con fortalezas en diferentes áreas. Sin embargo, el pretest muestra que ambos grupos tienen fortalezas en diferentes competencias. En relación al postest, ambos grupos mejoraron, pero el grupo experimental tuvo un incremento más significativo en comparación con el control. Esto sugiere que las estrategias aplicadas (STEM) en el grupo experimental favorecieron más el desarrollo de las competencias.

3.3 Distribución normal de los resultados del Pretest aplicados al grupo control y experimental.

Fig. 3 Notas del pretest(izquierda)-postest(derecha) grupo control y experimental



Fuente: elaboración propia.

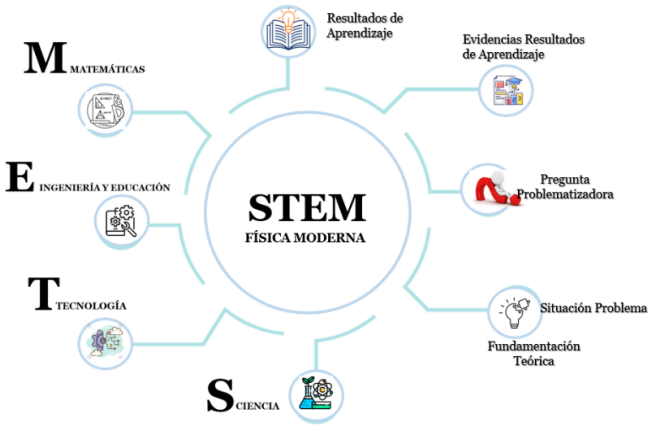
En la distribución de la derecha el análisis indica que los grupos control (color cian) y experimental (color azul) tienen distribuciones similares en el pretest, sin diferencias significativas en su desempeño inicial. Esto es clave para validar cualquier cambio en el postest debido a la intervención en el grupo experimental.

En la distribución de la izquierda, el GE muestra una mejora clara y significativa en el postest, lo que podría deberse a la implementación del enfoque STEM, uso de una metodología innovadora, uso de la tecnología, tutoría personalizada, etc. El GC muestra

solo una ligera mejora, lo que puede atribuirse al uso de la metodología tradicional o práctica natural. La diferencia de comportamiento entre los dos grupos en el postest por lo que la intervención aplicada al grupo experimental tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico.

3.4 Planeación de la secuencia didáctica del enfoque STEM en el grupo experimental

Fig. 4 Secuencia didáctica de la implementación del enfoque STEM.



Fuente: elaboración propia.

Para la implementación del enfoque STEM en el curso de Física Moderna se siguió la secuencia como se muestra en la figura 4, teniendo en cuenta la temática de dicha asignatura asignada por la Universidad, cada guía didáctica se diseño teniendo en cuenta los resultados de aprendizaje que se querían desarrollar en los estudiantes, luego las evidencias de esos resultados de aprendizaje, una pregunta problematizadora que daba inicio al desarrollo de la temática, seguimos con una situación ambientada en alguna situación real y enfocada a desarrollar la temática en estudio, con lo anterior bien desarrollado comenzamos a desarrollar el STEM propiamente dicho, en la S de ciencia, se elaboraron preguntas de carácter científico relacionadas con la temática en estudio, en la T de tecnología, se proponía una actividad con simuladores disponibles en la web, con la E de ingeniería y educación, los estudiantes diseñaban un experimento relacionado con lo se quería enseñar aplicándolo a su contexto laboral, en la M de matemáticas, se proponían la resolución de problemas enmarcados en su entorno académico para desarrollar competencias cognitivas en matemáticas. Por último, el estudiante debía construir un informe científico con todos los resultados obtenidos en la guía STEM.

4. Conclusiones

La implementación del enfoque STEM en asignaturas como la Física puede contribuir a que los estudiantes le pierdan el miedo hacia ella, ayudar a cerrar la brecha en

el conocimiento STEM así mismo a promover el rigor para la educación STEM y así contribuir a la obtención de egresados de éxito en su entorno personal y laboral.

La implementación del enfoque STEM en la asignatura de Física Moderna fue una forma de motivar a los estudiantes a un estudio interdisciplinario de las ciencias abarcando el rigor del trabajo científico en el aula, lo que permitió que los estudiantes fueran adaptándose a nuevas exigencias en un entorno que motive a los estudiantes a disfrutar de un aprendizaje significativo del curso.

La intervención tuvo un efecto positivo significativo en el aprendizaje de los estudiantes. La mejora no solo fue cuantitativa sino cualitativa, al observarse una mayor consistencia en los resultados obtenidos en la implementación del enfoque STEM.

5. Referencias

Allen, J. (2020). How technological innovation in education is taking on COVID-19. Forbes, 3/13/2020.

Ammar, M., Al-Thani, N., & Ahmad, Zubair. (2024). Role of Pedagogical Approaches in Fostering Innovation among K-12 Students in STEM Education. Social Sciences & Humanities Open. 9. 10.1016/j.ssaho.2024.100839.

Barron, B. J., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., & Bransford, J. D. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. The Journal of the Learning Sciences, 7(3–4), 271–311.

Bicer, A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2017). Integrated STEM assessment model. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13(7), 3959–3968.

Caprile, P. S. M., Palmén, R., & Dente, G. (2015). Encouraging STEM studies for the labour market. https://policycommons.net/artifacts/1336503/encouraging-st em-studies-for-the-labour-market/.

Chalmers, A. F. (2013). What is this thing called science (4th ed.). Queensland, Australia: University of Queensland Press & Hackett Publishing Company, Inc.

Delen, I., & Yüksel, T. (2023). Abrupt shift or caught off guard: A systematic review of K- 12 engineering and STEM education's response to the COVID-19 pandemic. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 12(2).

Dweck, C. S. (2010). Even geniuses work hard. Educational Leadership, 68, 16–20.

Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). Meeting standards through integrated curriculum. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Freeman, B., Marginson, S., & Tytler, R. (2019). An international view of STEM education. STEM Education, 2.0, 350–363. Brill.

Forum, W. E. (2017). Realizing human potential in the Fourth Industrial Revolution: An agenda for leaders to shape the future of education, gender and work. World Economic Forum.

Garry, F., Hatzigianni, M., Bower, M., Forbes, A., & Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STEM education: A framework for developing STEM literacy. Journal of Science Education and Technology, 29(3), 369–385.

Holmlund, T. D., Lesseig, K., & Slavit, D. (2018). Making sense of "STEM education" in K-12 contexts. International journal of STEM education, 5(1), 1–18.

Janssen, L. (2020). How COVID-19 exposed challenges for technology in education. G-STIC News.

Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. Improving Schools, 19(3), 267–277.

Körkkäinen, K., & Vincent-Lancrin, S. (2013). Sparking innovation in STEM education with technology and collaboration: A case study of the HP catalyst initiative.

Lempinen, E. (2020). The pandemic could open a door to new technology—and dramatic innovation—in education. Science Technology and Engineering.

Nadelson, L. S., Seifert, A. L., & Sias, C. (2015). To change or not to change: indicators of K-12 teacher engagement in innovative educational practices. International Journal of Innovation in Education, 3, 45–61.

Nadelson, L., & Seifert, A. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. The Journal of Educational Research. On Line First. 1-3. 10.1080/00220671.2017.1289775.

Nadelson L.S., & Seifert A. L. (2017) Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future, The Journal of Educational Research, 110:3, 221-223, DOI: 10.1080/00220671.2017.1289775

Newhouse, C. P. (2017). STEM the boredom: Engage students in the Australian curriculum using ICT with problem-based learning and assessment. Journal of Science Education and Technology, 26(1), 44–57.

Sannino, A., & Nocon, H. (2008). Special issue editors' introduction: Activity theory and school innovation. Journal of Educational Change, 9, 325–328.

Sithole, A., Kibirige, J., Mupinga, D. M., & Chiyaka, E. T. (2016). Applying alternative teaching methods to
impart a rounded, Liberal Arts and Sciences (LAS) education : Students' reflections on the role of
magazines as instructional tools. Education and Practice, 7(33), 176-182.

Tanenbaum, C. (2016). Stem 2026: A vision for innovation in STEM education. Washington, DC: US Department of Education.

Thiry, H., Weston, T. J., Harper, R. P., Holland, D. G., Koch, A. K., & Drake, B. M. (2019). Talking about leaving revisited: Persistence, relocation, and loss in undergraduate STEM education. Springer Nature.

Utbildningsdepartementet. (2024). Inspel till regeringen STEM strategi. https://www.
skolverket.se/download/18.582d622c190768c7a0820/1720018140659/MSV%20skrivelse%20till%20STEM%20240626.pdf.

Wong, G. K., & Huen, J. H. (2017). A conceptual model of integrated STEM education in K-12. 2017 IEEE 6th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE).

Zilberman, A., & Ice, L. (2021). Why computer occupations are behind strong STEM employment growth in the 2019–29 decade. Computer, 4(5,164.6), 11–15.

Más allá de un acrónimo: Un análisis crítico y epistemológico de la educación STEM

Víctor Carvajal[1]

[1] Área de Estudios, División de Coordinación Interuniversitaria. Consejo Nacional de Rectores (Costa Rica)
vcarvajal@conare.ac.cr

Resumen. Discursos políticos contemporáneos promocionan algunas carreras universitarias bajo una comprensión apresurada del acrónimo STEM, esta investigación analiza críticamente esta visión, al considerar que omite el posicionamiento epistemológico del enfoque y elimina su efectividad práctica. El trabajo combina una revisión teórica con una aplicación empírica en el contexto del Sistema de Educación Superior Universitaria Estatal (SESUE) de Costa Rica. Su propósito es comprender los fundamentos y alcances de «STEM», explorando su potencial para el desarrollo de habilidades y competencias integrales, mediante fuentes bibliográficas y la aplicación de un instrumento de medición a las personas egresadas del SESUE del periodo 2017-2019. Los hallazgos permiten redefinir «STEM» como un proceso dialéctico y multidisciplinar, orientado a la formación de personas críticas, creativas y capaces de construir respuestas ante la complejidad del mundo contemporáneo.

Palabras clave: educación STEM, habilidades, enseñanza preuniversitaria, socio constructivismo transformador

1. Introducción

La metodología de educación STEM ha sido promovida como un enfoque clave para el desarrollo y fortalecimiento de habilidades para el mercado laboral, así como para la vida, considerando los contextos, problemáticas y posibilidades que inciden en la experiencia del ser humano en su interacción con otros y con su entorno. No obstante, su comprensión suele reducirse a la promoción de las disciplinas específicas asociadas con su acrónimo.

Bogdan y García (2021) distinguen tres acepciones vinculadas a STEM: como eslogan político, para demandar una mayor atención gubernamental a las disciplinas que lo integran; como referencia a colectivos o aspectos relacionados con las ciencias, matemáticas, tecnología e ingeniería; y como movimiento pedagógico o metadisciplina orientada a integrar sus especialidades constituyentes [1].

Este estudio se adscribe a esta última acepción, en tanto reivindica el carácter multi e interdisciplinar, evolutivo —por su apertura a otras disciplinas— y transformador del enfoque STEM. Este problema se plantea aquí como un punto de partida, en tanto supone una reducción inadecuada que vacía de fundamentos y objetivos al enfoque

STEM. En esa ambigüedad, una propuesta originalmente dinámica y problematizadora termina por anquilosarse y volverse obvia, generando ineficiencias al vincular el éxito de lo «STEM» únicamente con la masificación de personas tituladas en los campos científicos y tecnológicos.

En correspondencia con lo planteado, este artículo revisa los fundamentos teóricos y epistemológicos esenciales de la metodología de educación STEM, con el propósito de reorientar sus objetivos primordiales hacia la creación y el fortalecimiento de habilidades y competencias STEM para el mercado laboral y para la vida. Este reenfoque rescata, además, su objetivo ulterior: despertar el pensamiento científico en las personas más jóvenes, destacando que es, precisamente en los niveles de educación preuniversitaria, donde la metodología tiene un impacto real.

Otros trabajos como los de Díaz Levicoy, et. Al (2024) [2] y Marín y Fojaco (2023) [3] han abordado el enfoque STEM en relación con habilidades y competencias; sin embargo, estos estudios se centran en los procesos o diseños pedagógicos.

En contraste, la presente investigación es pionera en explorar la fundamentación epistemológica de la metodología de educación STEM, medir sus habilidades y competencias integrales, establecer comparaciones entre grupos de interés e inferir un ciclo procesal, donde la comprensión del contexto y la posibilidad de transformación de la realidad se posicionan como un objetivo prioritario del enfoque.

2. Contenido

La investigación tiene como objetivo principal identificar los elementos esenciales inherentes a la metodología de educación STEM, con el propósito de alejar su noción de argumentos reduccionistas o exclusivamente económicos, en aras de contribuir a una comprensión más amplia y pertinente, que permita situar la discusión en un lugar más seguro y propio de lo educativo, desde la mirada y la experiencia de las personas educadoras. En primer lugar, se realiza una revisión exhaustiva de literatura orientada a explorar su perspectiva epistemológica, abordando su núcleo y sus principales alcances. Este análisis pone especial énfasis en su carácter ontológico, en tanto prioriza el contexto social y político al que se enfrenta el individuo social, por encima, del uso y disponibilidad de recursos tecnológicos, condición que, aunque se reconoce como necesaria en la actualidad, resulta insuficiente dentro de los preceptos del enfoque STEM. A partir de ello, se avanza hacia un enfoque centrado en habilidades y competencias requeridas en el contexto contemporáneo.

Dicha dimensión supone retos de mayor magnitud para los hacedores de política educativa, pues amplía la responsabilidad sobre el éxito de aplicación efectiva de la metodología hacia escenarios de mayor complejidad y diálogo, reubicando su verdadera capacidad de impacto fuera del ámbito y responsabilidad exclusiva de las posibilidades de la educación superior, hacia el reconocimiento y abordaje de los objetivos de un país, desde una perspectiva sistémica y con pensamiento crítico-científico.

En coherencia con la dimensión previamente planteada, la revisión teórica de la metodología de educación STEM permite reconocer que su factibilidad, y de forma consecuente, la potencialidad en el desarrollo de habilidades y competencias

específicas está sujeta a la estimulación temprana, es decir, en las etapas iniciales de la formación educativa. Con el propósito de explorar empíricamente este y otros preceptos, la investigación incorpora algunos de los hallazgos obtenidos mediante la aplicación de un instrumento estadístico denominado Medidor de habilidades y competencias STEM, aplicado a las personas egresadas del periodo 2017-2019 del Sistema de Educación Superior Universitaria Estatal (SESUE) de Costa Rica.

El instrumento estadístico se aplicó mediante un muestreo por conveniencia y permitió recopilar 1.164 respuestas válidas. A partir de esta información, se analiza la perspectiva de las personas que fueron estimuladas bajo la metodología de educación STEM en su educación preuniversitaria, en relación con los objetivos fundamentales que esta propone: preparar a las personas jóvenes para afrontar los retos universitarios y del mercado laboral, así como despertar el interés por el pensamiento científico. Este análisis permite valorar el cumplimiento de los macroobjetivos identificados en la revisión documental, los cuales son de interés para la presente propuesta. Asimismo, se incorporan, para efectos comparativos, otros objetivos derivados de la visión reducida de «STEM», focalizada exclusivamente en carreras universitarias, como la elección posterior de una carrera «STEM» o la vinculación laboral con una empresa multinacional instalada bajo el régimen de zona franca en Costa Rica.

El informe también incorpora una medición de las habilidades y competencias STEM. Para ello, se construyó el Índice Global de Habilidades y Competencias STEM (IGHS), un instrumento que permite valorar la percepción de estas habilidades a partir de una escala —definida con el aporte de cuatro personas expertas en procesos de contratación del mercado laboral costarricense— que clasifica los niveles de desarrollo desde deficiente hasta excepcional. La medición se realizó mediante 34 preguntas cerradas de autoevaluación, formuladas con un lenguaje claro y accesible.

Según Deming (2018) [4], las habilidades sociales —precisamente la mayoría de las que el enfoque STEM busca potenciar— son difíciles de medir, y no existe consenso científico sobre el método más adecuado para hacerlo. Los instrumentos de mayor rigor y precisión implican altos costos de aplicación, lo que limita el número posible de participantes. En contraste, las encuestas de autoevaluación permiten su implementación a gran escala, lo que implica menores costos; sin embargo, conllevan el riesgo de sesgo asociado a las percepciones particulares de las personas participantes. No obstante, el ejercicio autoevaluativo, pese a sus limitaciones, constituye la técnica más utilizada a nivel global: “Las habilidades blandas se miden con mayor frecuencia mediante preguntas de encuesta en las que se pide a los encuestados que autoevalúen sus características de personalidad” (Deming, 2018, p.4).

El IGHS está conformado por diez componentes, que representan las habilidades y competencias STEM. A cada uno de estos componentes se les asignó un orden, una cantidad de preguntas y una escala de respuesta tipo Likert, en función de su relevancia. Esta relevancia fue determinada a partir de una serie de entrevistas a personas expertas en el mercado laboral costarricense, del análisis propio de dicho mercado, de la revisión teórica y de las pruebas piloto realizadas al instrumento, de la siguiente manera:

1. Empoderamiento tecnológico, con cinco preguntas y una escala de 3 puntos.
2. Pensamiento lógico crítico, con cuatro preguntas y una escala de 5 puntos.
3. Habilidad digital, con cuatro preguntas y una escala de 5 puntos.
4. Habilidades de colaboración y pensamiento activo, con tres preguntas y una escala de 5 puntos.

5. Pensamiento desde lo contextual, con tres preguntas y una escala de 5 puntos.

6. Pensamiento creativo, con tres preguntas y una escala de 5 puntos.

7. Trabajo por objetivos, autosuficiencia y planificación, con tres preguntas y una escala de 5 puntos.

8. Aprendizaje experiencial, con dos preguntas y una escala de 5 puntos.

9. Innovación, con dos preguntas y una escala de 5 puntos.

10. Habilidades de transferencia de conocimiento, con cinco preguntas y una escala de 5 puntos.

Es importante señalar que las habilidades de transferencia de conocimiento no fueron incorporadas dentro del cálculo del IGHS, ya que esta dimensión se consideró independiente, al estar dirigida exclusivamente a personas egresadas que ejercen funciones docentes. Por esta razón, sus resultados se presentan de manera diferenciada.

Para obtener la calificación por componente o dimensión, se suman los puntajes de todas las preguntas que conforman dicho componente, y se dividen entre el máximo total de puntos posibles. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\text{Ck}= \frac{\sum_{j=1}^{m} i\text{ckj}}{\max\left(\sum_{j=1}^{m} ickj\right)}$$

Donde ck corresponde a la calificación del componente de habilidad o competencia STEM de la persona, e ickj es el puntaje del ítem j del componente ck, cuyo valor varía entre 1 y 5, para las escalas de Likert de 5 puntos, y entre 1 y 3 para la escala de Likert de 3 puntos.

Una vez calculadas las calificaciones de cada componente, se obtiene la media geométrica individual. Es importante indicar que este índice se estima por persona, permitiendo valorar el nivel de percepción de habilidades y competencias STEM de cada participante. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\text{IHS}= \sqrt[9]{\prod_{k=1}^{9} ck}$$

Donde IHS corresponde al Índice de Habilidades y competencias STEM (medición individual); y ck que corresponde a la calificación del componente k, asociado a las habilidades STEM (para k de 1 a 9).

Posteriormente, al disponer de los IHS individuales de cada persona egresada participante, se calcula el Índice Global de Habilidades y competencias STEM (IGHS), que permite obtener un panorama general del nivel de habilidades y competencias STEM para el mercado laboral de las personas egresadas del SESUE 2017-2019. El cálculo del IGHS se realiza de la siguiente manera:

$$\text{IGHS}= \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} IHS\text{i}}$$

Donde IGHS corresponde al Índice Global de Habilidades y competencias STEM; IHS_i es el Índice de Habilidades y competencias STEM individual de la persona i; y n es el total de personas graduadas del SESUE participantes en la encuesta.

Para una mejor comprensión del IGHS, los resultados se clasifican en cinco categorías: habilidades y competencias STEM **deficientes** ($0\% \leq \text{IGHS} < 50\%$), **insuficientes** ($50\% \leq \text{IGHS} < 70\%$), **suficientes** ($70\% \leq \text{IGHS} < 80\%$), **sobresalientes** ($80\% \leq \text{IGHS} < 90\%$) y **excepcionales** ($90\% \leq \text{IGHS} \leq 100\%$).

Se definieron cuatro subgrupos de análisis en función de haber recibido o no formación preuniversitaria bajo la metodología de educación STEM, y haber cursado o no una carrera universitaria clasificada como STEM. Estos grupos son:

1. STEM (preu)/STEM (u). Personas que recibieron formación preuniversitaria bajo la metodología STEM y cursaron una carrera universitaria clasificada como STEM;

2. STEM (preu)/NO STEM (u). Personas que recibieron formación preuniversitaria bajo la metodología STEM y cursaron una carrera universitaria clasificada como NO STEM;

3. **NO STEM (preu)/STEM (u).** Personas que no recibieron formación preuniversitaria bajo la metodología STEM y cursaron una carrera universitaria clasificada como STEM;

4. NO STEM (preu)/NO STEM (u). Personas que no recibieron formación preuniversitaria bajo la metodología STEM y cursaron una carrera universitaria clasificada como NO STEM.

La creación de estos subgrupos permite realizar comparaciones entre ellos, con el propósito de analizar los resultados y contrastar las expectativas teóricas con la evidencia empírica obtenida.

Este estudio no pretende sustituir el Marco Nacional de Cualificaciones, sino robustecer la discusión sobre los aprendizajes que deben ser fomentados en el sistema educativo. Es importante señalar que los resultados obtenidos son generalizables únicamente para las personas que participaron en la encuesta, dado que se utilizó un muestreo por conveniencia, con el propósito de recabar la mayor cantidad de información posible mediante el instrumento estadístico aplicado. Se recomienda avanzar hacia una medición del IGHS con un muestreo probabilístico, para medir la significancia de las respuestas e inferir generaciones hacia toda población estudiantil.

La principal limitación del presente constituye, a su vez, uno de los problemas que busca abordar: en Costa Rica persiste la noción reducida de la metodología de educación STEM, vinculada exclusivamente a carreras universitarias. Este sesgo de comprensión condiciona, en cierta medida, la interpretación de las preguntas planteadas y evidencia la necesidad de ampliar el debate y repensar la verdadera dimensión de STEM en el ámbito político.

3. Los resultados

Sobre la noción del acrónimo «STEM», diversos autores coinciden en plantear una visión más compleja y amplia, superando aquella que lo limita a campos de conocimiento específicos. Butler y Leahy, (2021) [5], Garvin et al., (2019) [6] y Lai (2021) [7], comparten esta perspectiva, resaltando el carácter interdisciplinario, práctico e integrador del enfoque STEM. En esta misma línea, Sun et al. (2023, p. 14,496) [8] definen que: “La educación STEAM es una educación integral que integra ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, que es una especie de concepto educativo interdisciplinario orientado a la práctica”.

La condición de integralidad, actualización y orientación preferente hacia las personas más jóvenes ha acompañado a la metodología de educación desde sus orígenes. En ese sentido, Zehui y Shijing (2023) [9] destacan el papel de la educación superior como punto de partida, pero reconocen su desplazamiento hacia niveles preuniversitarios: “STEM se originó en la educación superior, pero el énfasis principal

está cambiando gradualmente a la etapa K-12. Hubo principalmente dieciséis asignaturas involucradas en la educación STEM, lo que muestra la integración gradual y profunda [...]" (Zehui y Shijing, 2023, p.1)

Las adiciones de otras disciplinas responden al carácter evolutivo del enfoque, en el que, para 2023, se han incorporado áreas como las artes, la lingüística, la psicología, la filosofía, la química, el medio ambiente, la computación, la biología, la física, las ciencias políticas, la historia y la economía.

Este carácter multi e interdisciplinar constituye, precisamente, la principal ruptura con la noción reducida de STEM. En ese sentido, Zehui y Shijing (2023, p.1) destacan que la aparición del enfoque STEM obedeció, en sus inicios, a la necesidad de generar oportunidades de empleo en los campos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, con el propósito de reforzar la competitividad de los países de cara al siglo XXI. No obstante, en respuesta a un mundo cada vez más vertiginoso y desafiante, su evolución ha estado determinada por la necesidad de ofrecer respuestas integrales, sustentadas en el desarrollo de habilidades y conocimientos progresivamente más complejos.

Para sostener esta naturaleza integral y transformadora, la metodología de educación STEM fundamenta su rango de acción sobre algunos pilares teóricos esenciales. Entre ellos, se privilegia el análisis del contexto, el reconocimiento de las propias posibilidades y el uso de herramientas disponibles para afrontar los retos sociales y transformarlos. En esta línea, Martínez (2017) [10], Sedberry y Gerace (2016) [11] y Colette (2022) [12] identifican a Lev Vygotsky (1896-1934) como el principal referente teórico de la metodología de educación STEM, a partir del concepto de socioconstructivismo transformador

Este enfoque, definido por Rodríguez (2011) [13], se entiende como: "la síntesis de la educación transcultural crítica (una teoría de la justicia social) y el constructivismo social (una teoría del aprendizaje)". El socioconstructivismo transformador considera cómo los contextos sociales, históricos e institucionales influyen en el aprendizaje y en el acceso al aprendizaje a las oportunidades educativas. En coherencia con esta perspectiva, la performatividad educativa implica la capacidad de comprender el contexto inherente a los problemas y, a partir de ahí, generar las transformaciones pertinentes.

En efecto, profundizar en los alcances y objetivos de la metodología de educación STEM conduce a reconocer ciertos principios mínimos para su aplicación efectiva. Entre ellos, se destacan tres condiciones fundamentales: interdisciplinariedad; vivencia experiencial-desarrollo —entendida como la relación dialéctica entre el método y el objeto de estudio—; y la zona de desarrollo próximo, donde "El proceso de aprendizaje y el producto del aprendizaje se crean juntos" (Holzman citado por Martínez, 2017).

Desde esta perspectiva contextual, las personas pioneras en aplicación de la metodología de educación STEM han manifestado un interés especial por atender el desarrollo de aquellas habilidades consideradas esenciales para enfrentar los desafíos de un mundo globalizado y tecnológicamente dinámico. Bajo ese enfoque, se reconocen las habilidades y capacidades STEM.

Es importante destacar nuevamente la coincidencia en la literatura especializada respecto a que la mayor potencialidad para el desarrollo de estas habilidades se encuentra en los niveles preuniversitarios. Esta afirmación pudo corroborarse de forma empírica, mediante el proceso de consulta, cuyos resultados ofrecen algunos datos de

interés como los siguientes: el 62,54 % de las personas egresadas reconocen haber recibido información relacionada con el acrónimo «STEM»; sin embargo, solo el 54,12 % lo identifican como una metodología educativa. Por otro lado, únicamente el 6,70% declaró haber estudiado en una escuela o colegio que implementaba esta metodología, cifra que se reduce hasta el 5,32 % (62 personas) cuando se les preguntó si consideran que, efectivamente, recibieron algún tipo de educación bajo este enfoque.

En cuanto a los macroobjetivos extraídos de la fundamentación teórica, los resultados muestran que, entre las personas que recibieron educación bajo la metodología de educación STEM en el nivel preuniversitario, el 88,71 % afirma que esta experiencia despertó su interés por la ciencia; el 88,52 % considera que le ayudó a enfrentar los retos de la educación superior; y el 70.49 % indicó no haber necesitado ningún proceso de nivelación al ingresar a sus estudios universitarios. Además, el 66.23 % indica haber estudiado una carrera de corte científico y tecnológico; el 83,61 % reconoce que esta formación le brindó mejores herramientas para enfrentar los requerimientos del mercado laboral; y el 57,38 % reporta trabajar o haber trabajado en una empresa ubicada en una zona franca costarricense. Esta información se presenta en la figura 1.

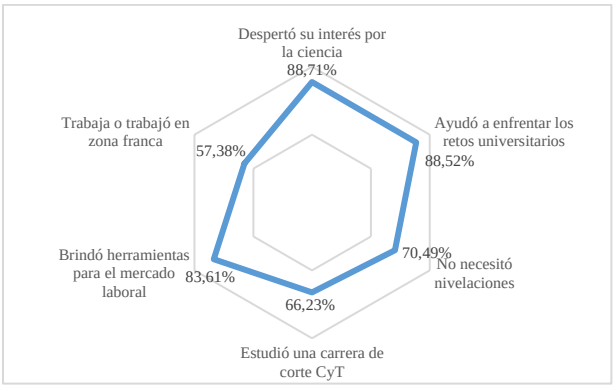


Fig.1. Resultados asociados a los macroobjetivos de la metodología de educación STEM en niveles preuniversitarios. Fuente: Medidor de habilidades STEM. Elaboración propia.

En relación con el resultado del IGHS, presentado en la figura 2, el estudio revela que recibir formación preuniversitaria bajo la metodología STEM, junto con la elección de una carrera universitaria clasificada como STEM (STEM (preu)-STEM (u)), otorga una ventaja significativa en el desarrollo de habilidades clave para el mercado laboral. Este grupo alcanzó el índice más alto, con un 83,47 %, siendo además el único clasificado en el nivel sobresaliente, según la escala propuesta.

El segundo grupo con mayor puntaje corresponde a quienes recibieron formación bajo la metodología de educación STEM en el nivel preuniversitario, pero cursaron una carrera universitaria clasificada NO STEM (STEM (preu)-NO STEM (u)). Este grupo alcanzó un 79,66 %, ubicándose, según la escala propuesta, en el nivel suficiente, a tan solo 0,44 % de alcanzar el nivel sobresaliente.

El tercer grupo con mayor puntaje corresponde a quienes no recibieron formación bajo la metodología de educación STEM en su etapa preuniversitaria, pero cursaron una carrera universitaria clasificada como STEM (NO STEM (preu)- STEM (u)). Este grupo alcanzó un 78,17 %, ubicándose, según la escala propuesta, en el nivel suficiente.

Por último, el grupo que no recibió formación bajo la metodología de educación STEM a nivel preuniversitario y que además cursó una carrera universitaria clasificada como NO STEM (NO STEM (preu)- NO STEM (u)), presenta el índice más bajo, con un 75,89 %, ubicándose, según la escala propuesta, en el nivel suficiente.

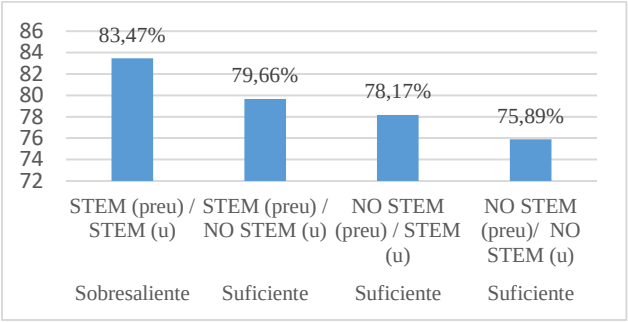


Fig.2. Resultado del Índice Global de Habilidades STEM. Fuente: Medidor de Habilidades STEM. Elaboración propia.

En relación con las habilidades de transferencia de conocimiento, la figura 3 muestra que, entre las personas egresadas que ejercen o han ejercido la docencia, tres de los cuatro grupos se califican en el nivel excepcional, según la escala propuesta. El grupo (STEM (preu)-NO STEM (u)) alcanza el mayor puntaje con un 92,5 %, seguido por el grupo (STEM (preu)-STEM (u)), con un 90,4 %, y el grupo (NO STEM (preu)-NO STEM (u)), con un 90,1 %. Por su parte, el grupo (NO STEM (preu)-STEM (u)) obtiene un 89,5 %, clasificándose en el nivel sobresaliente.

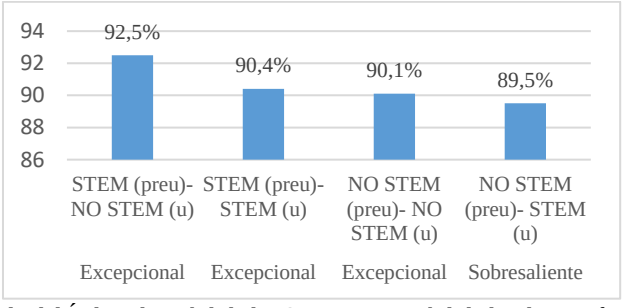


Fig.3. Resultado del Índice de Habilidades STEM para Habilidades de transferencia de conocimiento. Fuente: Medidor de Habilidades STEM. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos permiten contrastar dimensiones epistemológicas del enfoque STEM identificadas en la literatura, mediante una prueba empírica que evidencia dos hallazgos. Por un lado, los macroobjetivos asociados a una mejor preparación de personas para afrontar los retos del futuro logran mayor posicionamiento que aquellos relacionados con la elección de carrera o la vinculación con un sector productivo de interés político- económico. Por otro lado, el objetivo de despertar el interés por la ciencia emerge como una dimensión especialmente fortalecida. Asimismo, se constata que la estimulación temprana para el desarrollo de habilidades integrales favorece una mejor percepción. Sobre los hallazgos se profundizará en el siguiente apartado.

4. Conclusiones

A partir de la revisión teórica, fue posible identificar una serie de elementos fundamentales que otorgan sentido ontológico a la propuesta epistemológica de la metodología de educación STEM. Estos elementos permiten ilustrar un ciclo particular de abordar los problemas contextuales, elemento medular de este enfoque.

El proceso inicia desde la vivencia experiencial-desarrollo, estadio donde el problema se reconoce y afecta. Esta identificación demanda pensamiento lógico-crítico y contextual, brindando una base de aprehensión del contexto para la búsqueda de soluciones integrales y transformadoras. Para esta performatividad educativa, resulta indispensable la inter y multidisciplinariedad, que a su vez convoca las habilidades de colaboración y pensamiento activo.

Este trayecto avanza hacia la zona de desarrollo próximo, espacio donde se profundiza una sinergia educativa. Aquí, el trabajo por objetivos, autosuficiencia y planificación y el aprendizaje experiencial se requieren en el proceso, y además pueden ser potenciados mediante el uso de los productos tecnológicos. La incorporación de estos recursos fortalece las habilidades digitales, propiciando el empoderamiento tecnológico.

El proceso tiene como horizonte la innovación, entendida como una transformación contextual, en correspondencia con la dialéctica propia del sociocontructivismo transformador, visualizado aquí como un movimiento que comprende, analiza posibilidades y crea soluciones innovadoras.

En correspondencia a los retos propios de la experiencia de mundo, este proceso es inacabado y abierto a la incertidumbre. Por ello, las habilidades de transferencia de conocimiento resultan esenciales, particularmente ante nuevos problemas complejos y la necesidad de nuevas formas de abordaje.

Desde esta perspectiva es evidente que el enfoque STEM no debe limitarse a la noción intuida desde su acrónimo. Por el contrario, su comprensión mínima exige atender los criterios de justicia y constructivismo social que le son inherentes, superando las visiones reduccionistas que pretenden orientar los esfuerzos de la educación superior hacia la estricta masificación de personas profesionales en los campos científicos y tecnológicos.

La aplicación de este proceso resulta inviable si se mantiene una noción reducida de la metodología STEM, que omite sus objetivos, distorsiona sus alcances y restringe su acceso. En el caso del SESUE, solo el 5,32 % de las personas graduadas encuestadas reportó haber recibido formación preuniversitaria bajo este enfoque.

No obstante, quienes sí tuvieron esa oportunidad confirman los principales planteamientos teóricos encontrados, al reportar un mayor reconocimiento del cumplimiento de los macroobjetivos que persigue la metodología, como el despertar del interés por el pensamiento científico y preparación integral para los retos de la vida, por encima de la elección de carrera o el vínculo laboral con un sector específico.

En cuanto a las habilidades específicas, los resultados del IGHS evidencian que una estimulación temprana potencia el desarrollo de habilidades y capacidades integrales STEM, incluso cuando se cursa una carrera clasificada como no STEM. Por último, la medición de las habilidades de transferencia de conocimiento muestra que cursar una carrera clasificada como STEM no garantiza el desarrollo de estas capacidades, en correspondencia con el carácter multidisciplinar, elemento esencial de la metodología.

Referencias

[1] R. B. Toma & A. García-Carmona, «De STEM nos gusta todo menos STEM: Análisis crítico de una tendencia educativa de moda», *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 39, nº 1, pp. 65–80, 2021.
[2] Díaz-Levicoy, A., et al. (2024). Desarrollo de habilidades STEM mediante el uso de prototipos tecnológicos en la educación secundaria. Interciencia, 49(8),481-488.
[3] Gras Marín, M., & Alí Fojaco, C. (Coords). (2023). Educación STEM y su aplicación: una estrategia inclusiva, sostenible y universal para prescolar y primaria. Movimiento STEM.
[4] D. Deming, (2018). »The Value of Soft Skills in the Labor Market», *NBER Reporter*, nº 4, pp. 17-22.
[5] Butler, D., & Leahy, M. (2021). Developing preservice teachers' understanding of computational thinking: A constructionist approach. British Journal of Educational Technology, 52(3), 1060–1077.
[6] Garvin, M., Killen, H., & Plane, J., et al. (2019, February). Primary School Teachers' Conceptions of Computational Thinking. In Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science
Education (pp. 899–905). Minneapolis.
[7] Lai, R. P. (2021). Teachers' ontological perspectives of computational thinking and assessment: A text mining approach. Journal of Educational Computing Research, 60(3), 661–695.
[8] K. Sun, X. You y D. Zhou, «Evaluation and development of STEAM teachers' computational thinking skills: Analysis of multiple influential factors», *Educational Information Technology*, vol. 28, pp. 14493–14527, 2023.
[9] Z. Zehui y Y. Shijing, «The evolution and future of STEM education: A bibliometric analysis», *Journal of Science Education and Technology*, vol. 32, nº 2, pp. 123–137, 2023.
[10] J. E. Martínez, *The Search for Method in STEAM Education*, Nueva York: Palgrave-Macmillan, 2017.
[11] T. Sedberry y W. Gerace, «Socioconstructivism and the globalized classroom: The challenges of multicultural instruction», *Journal of Educational Research and Practice*, vol. 6, nº 1, pp. 50–65, 2016.
[12] M. Colette, «Vygotsky's influence on contemporary STEM education: A critical analysis», *Educational Philosophy and Theory*, vol. 54, nº 3, pp. 275–289, 2022.
[13] V. Rodríguez, «Socioconstructivismo transformador en la educación STEM», *Educational Review*, vol. 15, nº 2, pp. 78–92, 2011.

CREA+: Innovación STEM para el Desarrollo Sostenible y la Inclusión Educativa

Jhon Freddy Doncel González[1], Graciela Noy Zea[1], Nancy Fabiola Rojas Pineda[1], Yessica Andrea Martínez Becerra[1],

[1] Centro de Interés Ciencia y Tecnología – CREA+. Institución Educativa Gustavo Rojas Pinilla (Colombia)

jhondoncel@colrojoaspinilla.edu.co; gracielanoy@colrojaspinilla.edu.co; nancyrojas@colrojoaspinilla.edu.co; yessicamartinez@colrojaspinilla.edu.co

Resumen. El proyecto "Implementación de un Sistema de Identificación Dactilar para el Ingreso de los Estudiantes y Control de la Calidad de los Alimentos del Programa de Alimentación Escolar (PAE)" busca mejorar la seguridad y eficiencia en la gestión de asistencia y calidad alimentaria de la institución educativa Gustavo Rojas Pinilla. Ante la necesidad de un control más riguroso en estos ámbitos, se propuso con estudiantes de básica secundaria (oyentes y sordos), desarrollar un sistema que integra identificación dactilar para el ingreso de estudiantes y herramientas de monitoreo para asegurar la calidad de los alimentos. Los objetivos específicos incluyen la aplicación de principios de física en sensores biométricos, el uso de métodos químicos para evaluar la calidad y seguridad de los alimentos, el desarrollo de hardware y software para la implementación del sistema, y la integración de TICs para una gestión segura de datos. La metodología abarca desde la indagación y selección de tecnologías hasta la implementación de un sistema piloto, con fases de prueba y ajuste. Este proyecto ofrece una solución innovadora que combina la aplicación de las áreas de ciencias naturales y tecnología, abordando de manera integral los desafíos de seguridad y calidad en el entorno escolar.

Palabras clave: Enfoque STEM, Centros de interés, Identificación dactilar, control de calidad alimentos, PAE (Programa de Alimentación Escolar), Biometría, TICs

1. Introducción

El centro de interés CREA+ de Ciencia y Tecnología de la Institución Educativa Gustavo Rojas Pinilla busca desarrollar competencias y habilidades en los estudiantes para enfrentar los desafíos del contexto, promoviendo el uso racional y responsable de la tecnología. Este centro vincula los contenidos con el ODS número 4 (Objetivo de Desarrollo Sostenible): “promover la educación para el desarrollo sostenible y la

ciudadanía global" [1], generando ideas innovadoras que desarrollan competencias computacionales, científicas y de resolución de problemas.

Un objetivo fundamental es fortalecer el Centro de Interés CREA+ mediante proyectos S.T.E.M que resuelvan problemáticas escolares, similar a iniciativas como los Clubes de Ciencia [2], en Ciencias Naturales (física, química y biología) y tecnología e informática, usando herramientas tecnológicas y científicas para potenciar habilidades en robótica, innovación y emprendimiento. El centro de interés se integra a la cuarta revolución tecnológica, explorando la robótica y la Inteligencia Artificial, y aplicando el método científico para la resolución de problemas como el prototipo de automatización del proceso de entrega del PAE (Programa de Alimentación Escolar), que es manual y sin control de calidad, integrando a estudiantes de básica secundaria (oyentes y sordos), promoviendo equidad educativa y una educación de calidad [3]

2. Contenido

La Institución Educativa Gustavo Rojas Pinilla, en Tunja (Boyacá, Colombia), se destaca por su carácter incluyente, al acoger a estudiantes sordos junto a oyentes, garantizando educación de calidad adaptada a sus necesidades. En el marco del Centro de Interés, los estudiantes identificaron la ausencia de un sistema efectivo para controlar el acceso institucional y la calidad de los alimentos del Programa de Alimentación Escolar (PAE), basado en métodos tradicionales vulnerables a errores humanos. Esta carencia representa un riesgo para la seguridad física y la salud estudiantil, al no contar con un sistema unificado de trazabilidad y control alimentario.

El problema central es implementar un sistema de identificación dactilar que permita un ingreso seguro y un monitoreo riguroso de la calidad de los alimentos, que sea preciso, fácil de usar y capaz de gestionar grandes volúmenes de datos de forma segura, como lo logró la Fundación Universitaria UNINPAHU al mejorar sus registros con biometría dactilar [4]. Paralelamente, en el contexto educativo, las pruebas químicas manuales se reconocen como estrategias eficaces para enseñar química analítica y seguridad alimentaria, desarrollando habilidades prácticas en torno a parámetros de calidad. Estudios como el de Martín-Sánchez & Pinto [5] destacan el uso del reactivo de Lugol para identificar macronutrientes y comprender reacciones químicas, mientras que el Manual de la Universidad Veracruzana [6] respalda el uso de pruebas como la determinación de pH en ambientes escolares.

La integración de estas metodologías en un enfoque interdisciplinar fortalece el aprendizaje y promueve conciencia crítica sobre la seguridad alimentaria. En este sentido, el enfoque STEM —que articula ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas— potencia estos aprendizajes [7]. Así, se propuso diseñar un sistema que combine principios de física (sensores biométricos), química (control de alimentos), tecnología (hardware y software) y TICs (gestión y seguridad de datos), respondiendo a la pregunta: ¿Cómo implementar un sistema de identificación dactilar efectivo y

seguro para el ingreso de estudiantes y control de calidad del PAE, usando física, química, tecnología y TICs?

2.1. Objetivo General

Desarrollar e implementar un sistema de identificación dactilar para el ingreso de los estudiantes y el control de la calidad de los alimentos en el Programa de Alimentación Escolar (PAE) en la institución educativa, integrando conocimientos de física, química, tecnología y TICs.

2.1.1. Objetivos Específicos

1. Aplicar los principios de la mecánica de sensores para desarrollar un sistema de identificación dactilar.
2. Implementar métodos de análisis químico para evaluar y asegurar la calidad de los alimentos en el PAE.
3. Desarrollar e integrar un sistema de hardware, software, y bases de datos para la identificación dactilar de los estudiantes y el control de la calidad de los alimentos, garantizando la seguridad y eficiencia en la gestión de la información.

2.2. Metodología

La metodología del proyecto se basa en Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el cual se estructura en cuatro fases principales [8]: investigación, diseño y desarrollo, implementación, y evaluación. Cada fase está diseñada para integrar de manera lógica los conocimientos de física, química, tecnología y TICs, garantizando un enfoque científico y tecnológico que conduzca al logro de los objetivos propuestos, tal como se evidencia en la figura 1.

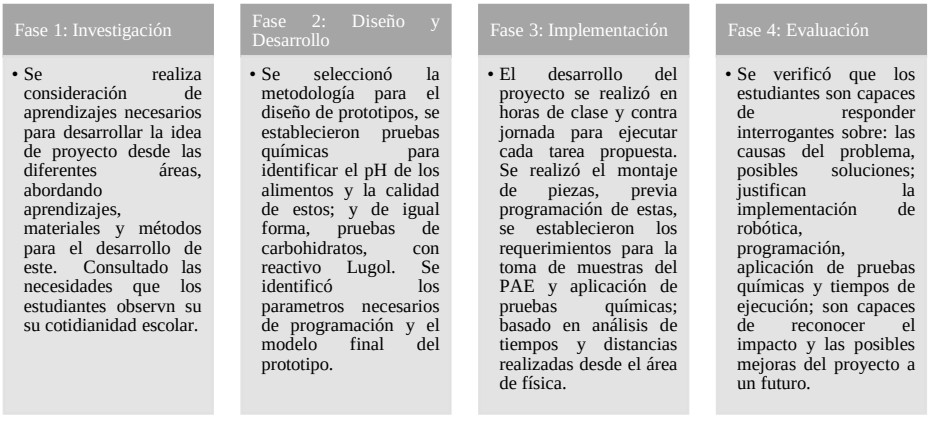


Fig. 1. Metodología empleada en la ejecución del proyecto.

2.3. Materiales del prototipo

En la tabla 1, se describen cada uno de los materiales usados en las áreas de conocimientos que se encuentran abordados en el proyecto para el desarrollo de pruebas químicas y la automatización del proceso de entrega del PAE.

Tabla 1. Materiales del prototipo

Área de conocimiento	Materiales
Ciencias Naturales Química	● Papel indicador Universal, Reactivo de Lugol, Cajas de Petri, Goteros, Gradilla, Tubos de ensayo
Tecnología - Física	● Placas Arduino UNO y programación, Sensor biométrico Lector de huella, Servomotor SG90, Servomotor MG996R, Banda transportadora, Sensor ultrasónico, Relay

3. Resultados

3.1. Desarrollo y presentación del prototipo

Como primera etapa del proyecto STEM+, se implementó en los grados 7° y 9° un módulo interdisciplinario enfocado en la aplicación de conceptos físicos (*velocidad, tiempo, espacio y aceleración*) para resolver problemas cotidianos vinculados a la entrega de refrigerios escolares. En grado 7°, los estudiantes participaron en una sesión interactiva en la que respondieron preguntas orientadoras como: *1) "Propón 3 soluciones para mejorar la entrega de refrigerios, aplicando conceptos de física"; 2) "¿Qué variable (tiempo, velocidad o espacio) es crítica para aumentar la eficiencia?"; y 3) "¿Qué condición fundamental garantizaría una distribución más óptima?".* Durante la socialización, un **60%** priorizó aumentar la velocidad de entrega, un **30%** reducir el tiempo de espera en filas, y un **10%** reubicar el espacio de distribución, reconociendo las limitaciones físicas existentes. Para profundizar el análisis, los estudiantes de grado 9° se organizaron en tres equipos (ALFA, VISIONARIOS y THECNO), quienes simularon escenarios de entrega en distintas zonas de la institución, recolectando datos cuantitativos y cualitativos (Tabla 2) sobre tiempos de entrega, rutas de circulación e identificación de cuellos de botella.

Tabla 2. Cálculos determinados por los grupos de estudiantes.

Grupo	N° De Personas	Espacio Entre Participantes (cm)	Tiempo De La Entrega (s)	Tiempo Total De Entrega (s)
ALPHA	7	30-40	12.8	90
THECNO	7	20-30	13.5	95
VISIONARIOS	6	40-50	17	102

De acuerdo a la experiencia, se estableció para la optimización de entrega del PAE, para una población aproximada de 500 estudiantes, en un periodo de descanso de 30 minutos, e integrando en el análisis 3 líneas de distribución para aproximadamente 125 estudiantes cada una, se indica que para la entrega de este alimento se establece un tiempo de 27 minutos, justo el tiempo de descanso de la Institución. Además de otras datos de análisis como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros para la programación del sensor Ultrasónico.

Parámetro	**Valor**	**Unidad**
Distancia de detección	40	cm
Tiempo de detección para primer giro del servo 360°	2	segundos
Tiempo total de detección para movimiento de banda	3	segundos
Tiempo para nueva detección	2	segundos
TIEMPO TOTAL por estudiante	7	segundos

Desde el área de Tecnología e Informática se orientó a los estudiantes en la codificación y programación de placas Arduino y sensores, iniciando con un bosquejo básico del prototipo. La primera actividad consistió en explorar el uso de sensores y actuadores, alineados con los objetivos del proyecto STEM+. Paralelamente, desde el área de Física, se definieron los tiempos de entrega del refrigerio, información que fue incorporada a la programación del **sensor ultrasónico HC-SR04** mediante el software Arduino IDE, permitiendo detectar la presencia del estudiante como consumidor primario (Figura 2). A partir de este análisis, los estudiantes concluyeron la necesidad de incluir un mecanismo de identificación biométrica que evitara suplantaciones y registrara la asistencia. Tras evaluar distintas opciones, se seleccionó el sensor FPM10A, capaz de almacenar y actualizar huellas digitales, asignando un código único a cada usuario. Este sensor fue programado como el activador principal del sistema: si la huella coincide con una registrada, se activa la banda transportadora y se abre la compuerta para la entrega del refrigerio; en caso contrario, el mecanismo permanece inactivo, garantizando seguridad, control y trazabilidad del proceso.

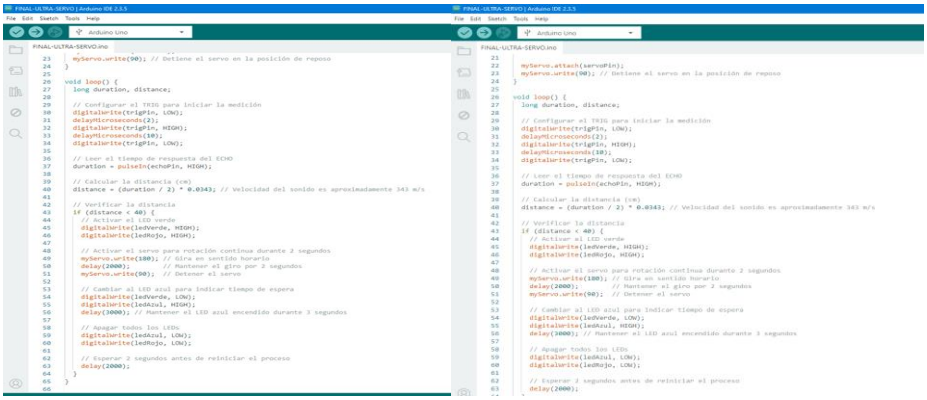


Fig 2. Programación del **Sensor Ultrasonido Hc Sr04 y sensor biométrico** FPM 10A**,** según los parámetros dados por los estudiantes en la experiencia por grupos.

Como parte del desarrollo del prototipo para el control de calidad de los alimentos del Programa de Alimentación Escolar (PAE), se realizaron pruebas químicas manuales enfocadas en la evaluación del pH, siguiendo unas especificaciones metodológicas (Figura 3) en las cuales se tenían unas sustancias patrones y otras como muestras como era el caso de la leche (Patrón de una marca comercial y la muestra de la leche que reciben en el PAE), sistematizando los resultados en la Tabla 4.

A. Prueba de pH (manual)	B. Prueba de presencia de almidones (Reactivo de Lugol)
• **Procedimiento:** Se sumergió papel indicador universal en muestras de jugo, leche y bebidas azucaradas del PAE. **Lectura:** Se comparó el color del papel con la escala universal para determinar visualmente si el alimento estaba en el rango esperado (pH 4.5-7 para bebidas y lácteos).	• **Procedimiento:** Se aplicaron gotas de reactivo de Lugol a pequeñas porciones de alimentos sólidos (galletas, pan). • **Observación:** Se consideró positiva la presencia de almidón si la muestra viraba a azul oscuro o negro.

Fig. 3. Procedimientos y lecturas de las pruebas químicas utilizadas para evaluar la calidad de los alimentos del PAE

Fig 4. Proceso de realización de pruebas químicas manuales enfocadas en la medición del pH.

Tabla 4. Sistematización de las mediciones manuales de pH realizadas en el laboratorio con muestras de diferentes sustancias, entre ellas la muestra de la leche del PAE

Sustancia	Color Papel Indicador	Valor De pH	Rango (Ácido, Neutro, Básico)
Jugo de limón (Patrón)	Rojo	2	ÁCIDO
Bicarbonato de sodio (Patrón)	Naranja	7	NEUTRO
Jabón (Patrón)	Naranja	7	NEUTRO
Leche (Patrón)	Naranja	7	NEUTRO
Muestra de leche del PAE	Naranja	7	NEUTRO

En cuanto a la detección de carbohidratos se confirmó la presencia de almidón en alimentos sólidos como pan, arroz y galletas; en las cuales se tenían unas sustancias patrones y otras como muestras como era el caso del pan (Patrón de una marca comercial y la muestra del PAE). En la salchicha, una proteína ultra procesada, la prueba positiva para carbohidratos (Tabla 5) sugirió posibles alteraciones en los alimentos.

Tabla 5. Sistematización de las mediciones carbohidratos realizadas en el laboratorio con muestras de diferentes sustancias, entre ellas la muestra del pan del PAE.

Sustancia	Cambio De Color	¿Contiene Carbohidratos?
Pan Fresco (Patrón)	Marrón a negro	SI
Pasta (Patrón)	Marrón a negro	SI
Salchicha (“Patrón proteico”)	Marrón a negro	SI
Muestra del PAE (pan)	Marrón a negro	SI

Finalmente, los estudiantes teniendo la programación básica, las pruebas químicas, los sensores y actuadores requeridos para el prototipo, inician el proceso de construcción de maqueta y los procesos de pruebas y correcciones de errores, esto les permitió ajustar tiempos y determinar aspectos de mejora para el desarrollo de una segunda versión de este prototipo, proponiendo un diseño que evolucionó al desarrollado y expuesto. (Ver Figura 5)

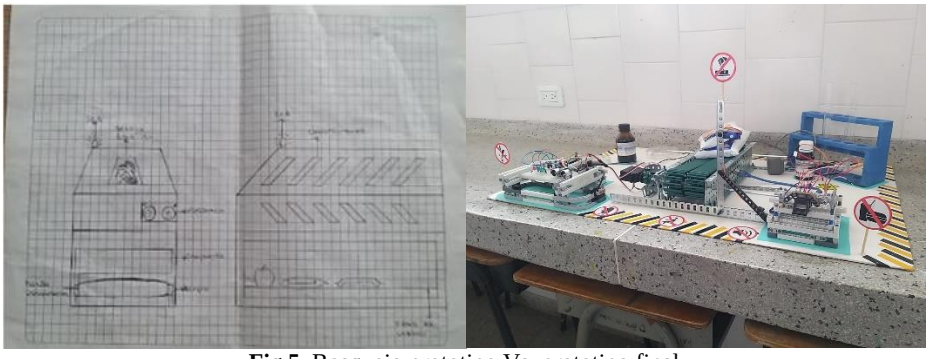


Fig 5. Bosquejo prototipo Vs. prototipo final

3.2. Discusión

Una meta clave del CTI fue integrar a estudiantes de básica secundaria sordos y oyentes, promoviendo el trabajo en equipo para que reconocieran sus capacidades, propusieran soluciones, hicieran pruebas y fortalecieran su comunicación y confianza. Esto impulsó

la resolución de problemas del entorno y generó un trabajo articulado que mostró la sinergia de contenidos y el análisis de impactos sociales, económicos, tecnológicos y ambientales del prototipo (Figura 6).

Fig. 6. Trabajo de estudiantes en el prototipo.

Fue significativo observar la participación activa de los estudiantes sordos en el análisis de pruebas químicas como pH y Lugol, explicando con claridad cómo estas determinan el estado de los alimentos mediante la escala de acidez y la detección de carbohidratos [5]. Otros estudiantes describieron la lógica de activación del prototipo según la proximidad y los tiempos de entrega del PAE, considerando población, tiempos de consumo y el intervalo entre autenticación y activación. Se concluyó que el uso de un sistema biométrico por huella era necesario para verificar la identidad, registrar asistencia y garantizar seguridad. Este proceso se desarrolló bajo la metodología ABP, articulada con los tres principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA): **representación** (a través de recursos multisensoriales y el acompañamiento de intérpretes), **acción y expresión** (mediante informes técnicos o presentaciones visuales, según el perfil del estudiante), y **participación** (asignación de roles adaptados, como la conducción de pruebas visuales por parte de estudiantes sordos), favoreciendo una evaluación inclusiva [9] y reforzando la equidad educativa. [3]

Las pruebas químicas manuales aplicadas al control del PAE permitieron evaluar la frescura de productos como jugos, leche y pan, especialmente mediante la medición de pH y la detección de almidones. Según Martín-Sánchez y Pinto [5], estas pruebas son accesibles, fáciles de aplicar y didácticas, lo que facilita la comprensión de fenómenos como acidez, neutralidad y transformaciones fisicoquímicas. El cambio de color en el papel pH y con el reactivo de Lugol fortaleció el aprendizaje en química analítica, alineándose con lo propuesto en el Manual de Prácticas de Análisis de Alimentos de la Universidad Veracruzana [6], que recomienda procedimientos adaptados a contextos con recursos limitados. Aunque no se empleó un pH-metro digital, el papel indicador proporcionó lecturas confiables. Finalmente, la presentación del proyecto en el IV Encuentro de Robótica Juvenil Universidad Santo Tomás [10] permitió a los

estudiantes socializar el prototipo STEM, su pertinencia, metodología y posibles mejoras ante expertos, obteniendo el segundo lugar en la categoría de Emprendimiento con ideas innovadoras (Figura 7).

Fig.7. Presentación de prototipo en el IV encuentro de robótica juvenil y sustentación de los aspectos de la misma con estudiantes sordos y oyentes.

El rol docente fue clave, guiando la integración de áreas y facilitando el reconocimiento de la importancia de los saberes para generar soluciones. El esfuerzo estudiantil motivó continuar con proyectos STEM enfocados en el cuidado ambiental [11], permitiendo valorar la tecnología aplicada a distintas áreas del conocimiento.

4. Conclusiones

Se reconoce la importancia de llevar a campos de acción bajo el desarrollo de proyectos STEM, soluciones a problemas, basadas en la aplicación de contenidos y saberes de diversas disciplinas, dando al estudiante la posibilidad de aportar y fortalecer su proceso de aprendizaje y formación, logrando identificar sus fortalezas y debilidades, permitiéndole analizar el impacto de sus aportes en un prototipo o producto.

La evolución de la tecnología y la era digital, generan en los procesos educativos interrogantes sobre los usos de estas en el entorno, permitiendo participar al estudiante en la construcción de nuevos saberes tecnológicos, basados en pensamiento crítico, computacional y el uso comprensivo del conocimiento científico escolar.

Es importante integrar a los estudiantes sin importar su condición en proyectos que los motiven a superar sus debilidades, y promuevan la integración efectiva, generando una inclusión real desde el aula, siendo este un centro de formación integral de la sociedad.

5. Referencias

[1] Instituto de Salud Global de Barcelona (2019). *Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.* Obtenido de https://www.isglobal.org/-/sdg-4-ensure-inclusive-and-equitable-quality-education-and-promote-lifelong-learning-opportunities-for-all?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw4cS-BhDGARIsABg4_J1Q3eAm_rPjRagKo6DLqGMTC_ZWssIfhBBWVn11WQw2Dr99K4R-sqYaAsXxEALw_wcB

[2] Science Club International (2023). *Science Clubs International.* Obtenido de https://www.scienceclubsint.org/

[3] Zapata, C., & Acosta, J. (2019). Innovaciones Tecnológicas Para Inclusión Educativa De Estudiantes Sordos. Ingeniería E Innovación, 6(2). https://doi.org/10.21897/23460466.1595

[4] Calderón V. J.A., Amarillo C.G.A., Silva B.L.A., & Donoso A.C.G. (2018). *Biometría dactilar: una nueva alternativa de controlar efectivamente la asistencia a clases*. Investigación e Innovación en Ingenierías, 6(1), 27-39. DOI: 10.17081/invinno.6.1.2773

[5] Martín-Sánchez, M., & Pinto, G. (2013). *Reactivo de Lugol: Historia de su descubrimiento y aplicaciones didácticas*. Educación química, 24(1), 31-36. Recuperado en 14 de abril de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2013000100006&lng=es&tlng=es.

[6] Universidad Veracruzana. (2020). *Manual de prácticas de análisis de alimentos*. Recuperado de: https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf

[7] Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. A. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education*: Status, prospects, and an agenda for research (Vol. 500). Washington, DC: National Academies Press.

[8] Zambrano B.M.A., Hernández D.A., & Mendoza B.K.L., (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. Conrado, 18(84), 172-182. Epub 10 de febrero de 2022. Recuperado en 14 de abril de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442022000100172&lng=es&tlng=es.

[9] Alba Pastor, C. A. (2019). Diseño Universal para el Aprendizaje: un modelo teóricopráctico para una educación inclusiva de calidad. Participación Educativa, Vol. 6, Nº. 9, 55-66.

[10]Universidad Santo Tomás, Tunja. (2024). Obtenido de https://proyeccionsocial.santototunja.edu.co/la-santoto-tunja-fue-sede-del-iv-encuentro-juvenil-de-robotica-educativa-2024/

[11] Lupiáñez G.J.L., (2018). Resolución de problemas y tecnología en el desarrollo de la competencia STEM. *Editorial Atrio*, 203-214. Recuperado en 14 de abril de 2025: https://core.ac.uk/download/pdf/224784182.pdf

Divulgación como estrategia STEAM de aprendizaje en un curso de Física universitaria

Leonor Pérez-Trejo, Gabriela Lourdes Rueda-Morales, Jaime Avendaño López

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Departamento de Física (México)
lperezt@ipn.mx; garuedamo@gmail.com; javendanol@ipn.mx

Resumen. En este trabajo se presenta una estrategia de aprendizaje basado en la divulgación científica. Tomando como premisa que no se puede divulgar lo que no se sabe, y que la divulgación es una forma de ver la ciencia desde el arte, se motiva a estudiantes universitarios a realizar productos dirigidos principalmente a público infantil. Los temas abordados en los productos de divulgación corresponden al curso de Física del segundo semestre de la Licenciatura en Física y Matemáticas. Durante este proceso de aprendizaje activo los estudiantes pudieron desarrollar habilidades que la metodología STEAM potencia para enfrentar los retos del siglo XXI.

Palabras clave: Divulgación científica, aprendizaje activo, competencias STEAM.

1. Introducción

Según Luna Scott [1], las competencias que necesitan los estudiantes para afrontar los retos del siglo XXI son las siguientes: Pensamiento crítico y resolución de problemas, Colaboración y liderazgo, Agilidad y adaptabilidad, Iniciativa y espíritu empresarial, Comunicación oral y escrita eficaz, Acceso a la información y análisis de esta, Curiosidad e imaginación. En particular para un estudiante de Física, se ha propuesto [2] que durante su formación se desarrollen primero competencias sociales y laborales antes que las metodológicas y las cognitivas, esto con el fin de que se inculquen hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión como trabajo colaborativo, rigor científico, autoaprendizaje y persistencia que le permitirán demostrar disposición para enfrentar problemas en otros campos. La metodología STEM es una buena opción para promover el desarrollo de estas competencias ya que se sustenta principalmente en dos líneas de pensamiento, el constructivismo y la educación holística, surge como una alternativa para motivar y atraer interés por las carreras en ciencia y tecnología en los niveles de educación básica, no obstante, en el nivel superior esta metodología sirve para que los estudiantes desarrollen procesos metacognitivos a través del aprendizaje activo. La inclusión de la letra A en el acrónimo STEAM se refiere a incluir el Arte (música, poesía, artes plásticas, diseño, etc.) no solo

para resaltar la estética de los proyectos sino para agregar un componente humanístico y así potenciar la interdisciplinariedad de las otras áreas del conocimiento [3]

En niveles básicos se ha utilizado el arte como estrategia de enseñanza para mostrar cómo desde alguna perspectiva visual (pintura, fotografía, escultura, etc.) se puede cambiar la forma de percibir la física o, por otro lado, identificar qué contenidos de la física pueden ser mostrados desde una visión artística [4]. La literatura, a través de textos de divulgación también ha sido utilizada como apoyo para el aprendizaje de conceptos científicos en niveles básicos y universitarios además de que contribuye a la formación crítica y superación del sentido común [5].

La divulgación científica es una forma de comunicación y hay múltiples y variados medios como folletos, carteles, programas de radio y TV, videos, museos y más. La divulgación debe hacer uso del arte en todas sus ramas para la elaboración de productos, es una visión de la ciencia desde el arte.

Por otro lado, la divulgación es presentar al público en general, incluyendo especialistas de diferente área, los conocimientos de algún campo científico. Es una manera amable y atractiva de abrir al público el mundo de la ciencia. Con la divulgación no se trata de que todas las personas sean científicos, sino que todas puedan conocer la ciencia [6]. Por tanto, realizar un producto de divulgación implica, primeramente, conocer bien el tema o concepto que se quiere divulgar y después, usar elementos artísticos para hacerlo atractivo y de fácil entendimiento.

Por la relación que hay entre divulgación científica y el arte involucrado en la elaboración de productos de divulgación es que se propone como estrategia de aprendizaje en un curso de Física universitaria.

2. Metodología

La metodología aplicada en este trabajo es cualitativa de tipo descriptiva, la toma de datos se llevó a cabo por observación directa y también se aplicó un cuestionario a los estudiantes para identificar las competencias desarrolladas. La estrategia didáctica se implementó en 3 diferentes ciclos escolares y con diferentes grupos de estudiantes, a continuación, se describen las particularidades en cada ocasión.

La primera vez que se introdujo fue buscando la forma de asegurar que los estudiantes estaban adquiriendo los aprendizajes básicos de la unidad de aprendizaje ya que nos encontrábamos trabajando en casa debido a la pandemia. En esa ocasión se les impartió una clase indicando las características de la divulgación científica y sólo se les dio la instrucción de que tenían que hacer un producto de divulgación, video, artículo, historieta, infografía, etc.; con la intención de que explicaran el tema a algún integrante de su familia que no tuviera formación en ciencias. Debido a la modalidad de las clases, el trabajo de los estudiantes se tuvo que hacer de manera individual.

La segunda vez que se implementó la propuesta ya fue en modalidad presencial y se permitió que los estudiantes trabajaran tanto de forma individual como en parejas, a la actividad se agregó un nivel más de dificultad, el producto de divulgación tenía que ser dirigido a niños menores de 10 años y de ser posible validarlo con público de esta edad.

En la tercera ocasión, con la intención de fomentar el trabajo colaborativo la docente a cargo formó equipos de 3 personas con características bien definidas cada uno. La

integración de los equipos se llevó a cabo aplicando la metodología descrita en [7]. Las indicaciones fueron las mismas, desarrollar un producto de divulgación dirigido a niños menores de 10 años y de ser posible validarlo con ese público.

Esta estrategia se llevó a cabo, en las tres ocasiones, con estudiantes del curso de Física II en el segundo semestre de la Licenciatura en Física y Matemáticas de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional en la Ciudad de México, en este curso se abordan los temas de Elasticidad, Ondas, Fluidos y Calor. Son temas de los que se pueden encontrar varios ejemplos en la vida cotidiana.

3. Resultados.

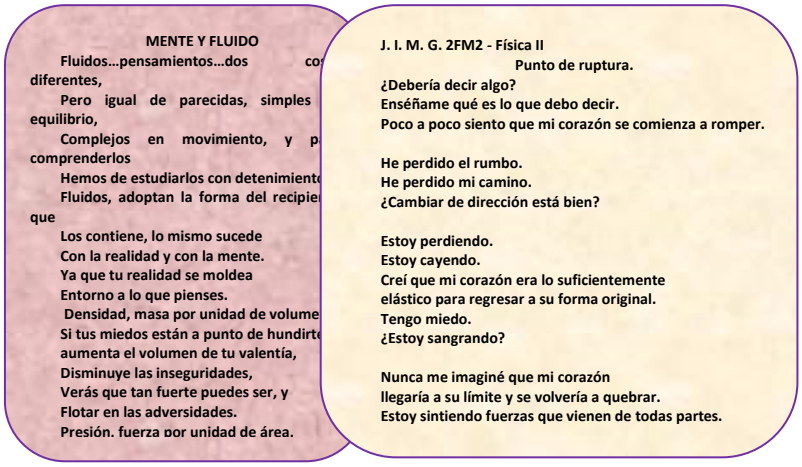
En esta sección se muestran los productos de divulgación realizados por los estudiantes en las diferentes etapas. En el grupo 1, el que se trabajó durante la pandemia, la mayoría de los productos fueron realizados de manera individual y la mayoría fueron infografías. La figura 1 muestra algunos ejemplos de estos productos. Se puede observar que los diseños, aunque son muy coloridos, incluyen mucho texto y pocas imágenes, en algunos hasta aparecen ecuaciones, hay que recordar que a este grupo solo se le pidió realizar un producto que les ayudara a explicar algún tema a alguien de las personas con las que se encontraban en confinamiento.

Fig. 1. Ejemplos de infografías realizadas por estudiantes en las que se ilustran los temas abordados en el curso.

En este grupo resaltó la participación de tres estudiantes, uno con conocimientos de música que escribió y ejecutó una melodía inspirada en la gráfica de esfuerzo-deformación de un material. En la figura 2 se presenta la partitura y la correspondencia con cada región de la gráfica. Los otros dos estudiantes escribieron cada uno un poema y en la figura 3 se muestran algunos párrafos de éstos. Estos son un ejemplo claro de que Arte y Ciencia están fuertemente unidos.

Con esta actividad, además de reafirmar los conceptos físicos, los estudiantes se enfrentaron a la necesidad de resolver el problema que se les había propuesto, el de elaborar un producto de divulgación, y además pudieron dar rienda suelta a su creatividad.

Fig. 2. Partitura de melodía creada por un estudiante e inspirada en la gráfica esfuerzo-deformación.



MENTE Y FLUIDO

Fluidos…pensamientos…dos co
diferentes,
Pero igual de parecidas, simples
equilibrio,
Complejos en movimiento, y p
comprenderlos
Hemos de estudiarlos con detenimient
Fluidos, adoptan la forma del recipie
que
Los contiene, lo mismo sucede
Con la realidad y con la mente.
Ya que tu realidad se moldea
Entorno a lo que pienses.
Densidad, masa por unidad de volume
Si tus miedos están a punto de hundirt
aumenta el volumen de tu valentía,
Disminuye las inseguridades,
Verás que tan fuerte puedes ser, y
Flotar en las adversidades.
Presión, fuerza por unidad de área.

J. I. M. G. 2FM2 - Física II

Punto de ruptura.

¿Debería decir algo?
Enséñame qué es lo que debo decir.
Poco a poco siento que mi corazón se comienza a romper.

He perdido el rumbo.
He perdido mi camino.
¿Cambiar de dirección está bien?

Estoy perdiendo.
Estoy cayendo.
Creí que mi corazón era lo suficientemente
elástico para regresar a su forma original.
Tengo miedo.
¿Estoy sangrando?

Nunca me imaginé que mi corazón
llegaría a su límite y se volvería a quebrar.
Estoy sintiendo fuerzas que vienen de todas partes.

Fig. 3. Parte de los poemas escritos por dos estudiantes.

Los productos realizados por los grupos 2 y 3, presentan la característica de que deben ser dirigidos a niños menores de 10 años. Los estudiantes del grupo 2 tuvieron

la opción de trabajar de manera individual y en parejas. Las infografías realizadas por los estudiantes en este grupo presentan poco texto y más imágenes como la que se muestra en la figura 1 y que explica cómo se transmite el calor. Lo que indica que tuvieron que desarrollar procesos cognitivos de mayor nivel para poder comunicar efectivamente el concepto físico sin ayuda de ecuaciones.

Otro producto fueron las historietas, en las cuales con ayuda de superhéroes se explican algunos conceptos físicos a niños. En este formato también se utilizan más imágenes que texto, la figura 4 muestra extractos de 3 historietas realizadas por dos estudiantes que trabajaron juntos. La figura 5 muestra otra forma de divulgar como son los talleres, aquí el divulgador actúa como guía para los niños quienes pueden construir prototipos de máquinas con material de reciclaje. Aquí, los estudiantes se enfrentan además a desarrollar comunicación oral más eficaz.

Una característica importante de los trabajos realizados por este grupo es que la mayoría reportó haber validado sus productos con público infantil, ya sea con hermanos y familiares menores, incluso un estudiante tuvo la oportunidad de asistir al área pediátrica de un hospital. Lo que hizo enfrentarlos a resolver otro tipo de problemáticas y adaptarse a diferentes situaciones.

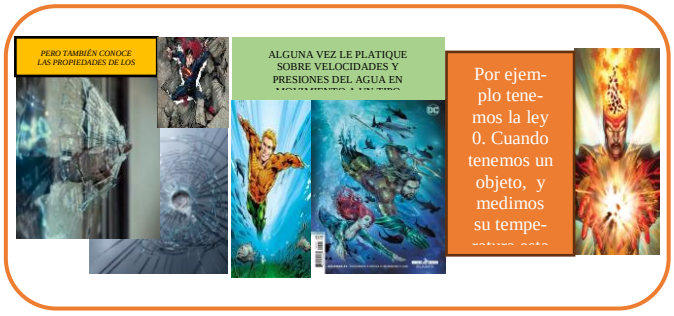


Fig.4. Extractos de 3 historietas creadas para explicar los temas de elasticidad, fluidos y calor respectivamente.

En el Grupo 3 además de realizar un producto de divulgación para niños, cada estudiante se enfrentó al reto de trabajar colaborativamente con dos compañeros con quienes solo tenía contacto en el salón de clases, es decir, no eran particularmente amigos y además con personalidades diferentes cada uno [7]. En este grupo la mayoría de los productos de divulgación que realizaron fueron los cuentos. En la figura 6 se presentan imágenes de alguna parte de los cuentos escritos. De esta manera, los estudiantes tuvieron que desarrollar varias competencias como buscar, analizar y utilizar información científica para la resolución de retos; adaptabilidad para poder trabajar colaborativamente, así como la comunicación oral y escrita.

En la tabla 1 se presenta un listado de enlaces a YouTube de algunos de los videos producidos por estudiantes de los grupos 2 y 3, en los que se puede percibir, además del aprendizaje de los conceptos de física, el desarrollo de diferentes habilidades, principalmente creatividad y uso de tecnología para comunicar.

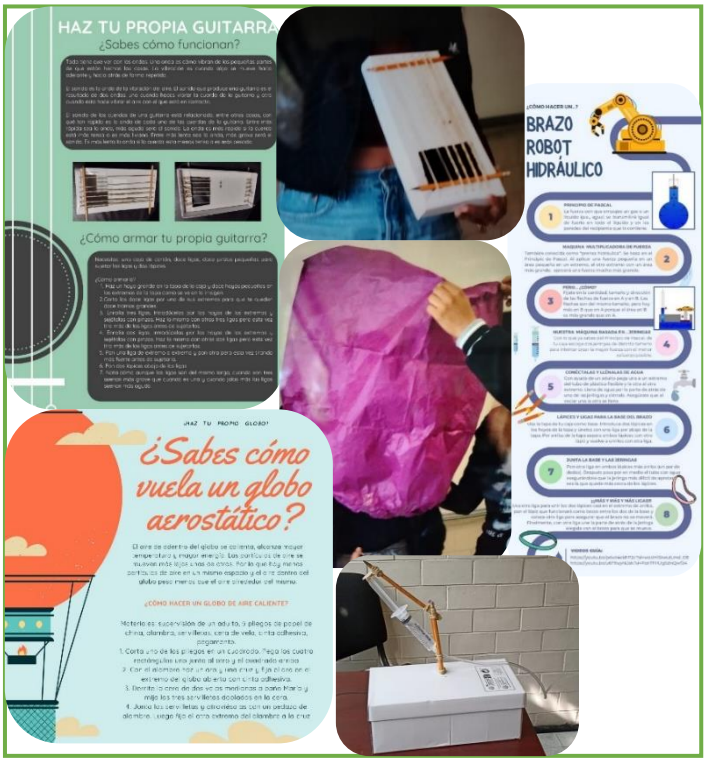


Fig.5. Indicaciones para niños para realizar prototipos con material reciclado.

Fig.6. Muestras de algunos de los cuentos escritos colaborativamente.

Tabla 1. Lista de videos realizados por los estudiantes de los grupos 2 y 3.

Tema	Dirección en YouTube
Fluidos.	clase proyecto de divulgación Arquímedes VIDEO DE DIVULGACIÓN (FLUIDOS)
Ondas mecánicas.	Equipo 5 - "La física detrás del sonido" La llorona y el efecto Doppler
Calor y temperatura.	(131) Calor y temperatura - YouTube Proyecto termodinamica - Google Drive Máquina de movimiento perpetuo Termodinámica

Finalmente, en la tabla 2 se muestran algunas de las respuestas que dieron los estudiantes al cuestionario aplicado. Se puede apreciar que en general la estrategia fue aceptada con agrado, les resultó novedosa e interesante. Diseñar un producto de divulgación les permitió identificar fortalezas y debilidades que les permitió regular su proceso de aprendizaje. En cuanto a las habilidades que identifican haber desarrollado, la mayoría solo menciona la de comunicación. Desde el punto de vista docente se observó que la estrategia promovió las 7 competencias que se desarrollan bajo la metodología STEAM [3] tales como: autonomía y emprendimiento; colaboración y comunicación; conocimiento y uso de tecnología; creatividad e innovación; diseño y fabricación de productos; pensamiento crítico y resolución de problemas. No obstante, además de las evidencias materiales, es necesario implementar un sistema de evaluación que permita conocer en qué medida esta propuesta didáctica apoya el proceso de aprendizaje y la adquisición de competencias.

4. Conclusiones

Es importante que en todos los niveles educativos se apliquen estrategias de aprendizaje que ayuden a los estudiantes a construir su conocimiento. La elaboración de productos de divulgación al utilizar transversalmente ciencia, tecnología y arte, resultó ser una estrategia adecuada ya que propicia un ambiente en el que los estudiantes logran regular su aprendizaje a partir de sus propias experiencias, desarrollan el pensamiento crítico, la creatividad y se promueve la colaboración entre pares; por lo que cumple con las características de la metodología STEAM. Para cuantificar el impacto en el proceso de aprendizaje y desarrollo de competencias es necesario implementar un sistema de seguimiento que incluya instrumentos de evaluación, coevaluación y autoevaluación más precisos.

Tabla 2 Respuestas de estudiantes

Pregunta	Comentarios
¿Qué te pareció hacer un producto de divulgación?	"En la poca experiencia que tengo en la ESFM no había tenido la oportunidad de realizar este tipo de trabajos así que me resultó novedoso"
	"Las actividades de divulgación me hicieron sentir de nuevo cuando era niña y quería buscar el porque de cualquier cosa, y creo que eso sintieron la mayoría de los compañeros ya que se buscaron ejemplos tan "básicos" por así decirlo, para poder dar una explicación de temas un poco más complejos"
	"En general diría que fue una muy buena experiencia. Una forma de hacer llevadero el curso. Yo creo que, aunque te guste tu trabajo, sigue siendo trabajo y el trabajo cansa, pero es mucho mejor trabajar haciendo algo que te guste"
	"Me pareció interesante, divertido e importante idear contenido que pueda despertar el interés y la curiosidad de personas que no se dedican a la física"
	"Fue un trabajo interesante ya que los temas que expuse surgieron de preguntas que me hice o que consideré que mi hermana menor podría hacer"
¿Consideras que realizar la actividad sirvió de apoyo en tu aprendizaje?	"Con cada producto entregado me di cuenta de que me servía para aprender más sobre el tema que decidía abordar, pues había que investigar mucho para poder presentar información correcta y dominar el tema en medida de lo posible"
	"… este proyecto me sirvió tanto para el estudio del curso como para aprender cosas nuevas. En particular me hizo valorar más la labor educativa. Saber enseñar es difícil"
	"pensar en formas de explicar de forma clara los conceptos y fenómenos me impulsó a tener un mejor dominio del tema y a plantearme de mejor forma lo que sucedía con los fenómenos explicados"
	"Me ayudó a indagar en hechos que por iniciativa propia posiblemente no hubiera investigado"
¿Qué habilidades consideras que desarrollaste con esta actividad?	"… carezco de habilidades de comunicación para estos trabajos, pero reconozco que me ayudaron porque había que explicar los temas con un lenguaje no tan técnico y pude trabajar en esa parte, si bien no domino bien esta habilidad sí puede mejorar un poco"
	"Siempre he tenido problemas para explicar algo de manera sencilla pero este curso me sirvió mucho para poder ser más creativa y observar a mi alrededor como poder aplicar la física"
	"Tanto de comprensión como de trasmisión de ideas y conceptos abstractos a través de evaluación de fenómenos cotidianos"

5. Referencias

[1] Luna Scott, C. «El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI? Investigación y prospectiva en educación» UNESCO, 14, 2015.

[2] Ramírez M. H., Méndez-Sánchez A. F., Pérez-Trejo L., Olvera-Aldana M., «Jerarquización de competencias específicas en el programa de Física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN-México, utilizando la matriz de Morganov-Heredia» Formación Universitaria, Vol. 6, n° 5, p 21-28, 2013.

[3] Díaz Cedeño V., Salazar Caraballo I., López Brito R., «Steam: una breve conceptualización de una metodología orientada al desarrollo de competencias del siglo XXI» Revista Educare, Vol. 27 n° 2, p 73-91, Agosto 2023.

[4] Muñoz E. y Mejía L. S. «El arte en la Física: una opción creativa para la enseñanza», Latin American Journal of Science Educatión, Vol. 1, 12116, 2015.

[5] Glock Maceno, N., Grunfeld de Luca, A., y dos Santos, S. A. (2023, octubre-diciembre). « La divulgación científica en la enseñanza de las ciencias a través de géneros discursivos: casos de enseñanza e investigación. *Educación Química*, *34*(4), 2023. Disponible en https://doi.org/10.22201/ fq.18708404e.2023.4.85478

[6] Estrada L., «La divulgación de la Ciencia, ». *Ciencias*, *27*, 69-76. Recuperado de: http://www.revistaciencias.unam.mx/images/stories/Articles/27/CNS02713.pdf.

[7] Gallegos Cervantes V. R. «Trabajo colaborativo para potenciar elaprendizaje en un curso de Física universitaria» *Tesis de licenciatura, ESFM-IPN*, 2024.

Experiencia STEAM en un curso de mecánica clásica a través del diseño y creación de un juguete mecánico

Leonor Pérez Trejo[1], Arturo F. Méndez Sánchez[1], Gabriela L. Rueda Morales[1], Edith Cortez Martínez[2]

[1] Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas. Instituto Politécnico Nacional (México)
lperezt@ipn.mx; afmendezs@ipn.mx; gruedam@ipn.mx

[2] Departamento de Ciencias Básicas, Escuela Superior de Ingeniería Textil. Instituto Politécnico Nacional (México)
ecortezm@ipn.mx

Resumen. La inclusión de un enfoque STEAM en los cursos universitarios no es nuevo, este enfoque plantea la solución de un problema real que favorece en el estudiante un aprendizaje autónomo y crítico que va más allá de las aulas. Para establecer este enfoque, el docente en el nivel universitario se encuentra con dificultades cuando no está establecida una metodología para su realización. Esto ocurre principalmente en asignaturas que son complementarias a las disciplinares y por ello carecen de ejes transversales que permitan introducir un enfoque STEAM, por lo que estas asignaturas están centradas principalmente en un trabajo aislado donde el docente es el protagonista de la clase. Por ello, el docente se ve en la necesidad de implementar en estos cursos actividades que integren este enfoque. En el presente trabajo se presenta una actividad realizada con este enfoque STEAM mediante la elaboración de un juguete mecánico en el curso de mecánica clásica perteneciente al primer año de estudios en la carrera de física y matemáticas del Instituto Politécnico Nacional de México. Se muestran los detalles de esta implementación y del desarrollo de la actividad y cómo ésta fue percibida de manera positiva por los estudiantes desatacando su aporte al curso.

Palabras clave: enfoque STEAM en un curso universitario. Experiencia STEAM en la formación de físicos y matemáticos. Elaboración de un juguete mecánico mediante STEAM en un curso de mecánica clásica.

1. Introducción

El modelo STEAM promueve el proceso de enseñanza y aprendizaje a partir de integrar las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, con la finalidad de preparar a la sociedad para el futuro, a partir de resolver problemas en situaciones del mundo real. Celis y González [1], concluyen a partir de realizar una revisión de los aportes de la metodología STEAM en los procesos curriculares que éste “permite la construcción de un conocimiento integral, complejo e interdisciplinar a través de metodologías activas que promueven el desarrollo del pensamiento crítico, creativo,

reflexivo, lógico y sobre todo el desarrollo de procesos cognoscitivos." Existen propuestas desde hace varios años para lograr este tipo de enfoque educativo en las licenciaturas en ciencias físicas [2]. Además, se ha mostrado que el uso de STEAM en proyectos multidisciplinarios integradores, produce resultados favorables [3, 4]. Es por lo que resulta interesante proponer una propuesta de enfoque STEAM en un curso introductorio de mecánica clásica del primer año de universidad en la formación de físicos y matemáticos del Instituto Politécnico Nacional de México, en donde en la actualidad no se consideran ejes transversales que permitan realizar actividades de este tipo. En este trabajo se hace una propuesta de implementación del enfoque STEAM por parte de los docentes que imparten estos cursos a partir la elaboración de un juguete mecánico en donde la física de su funcionamiento fuera explicada y analizada.

2. Propuesta de elaboración de un juguete mecánico

Para la aplicación del enfoque STEAM, se consideró un curso de mecánica clásica del primer año de universidad en la formación de físicos y matemáticos del Instituto Politécnico Nacional de México. El grupo constó de 34 estudiantes y la investigación fue de observación participativa y los datos se recolectaron en un diario de investigación que después de cada actividad fueron discutidos por los docentes. El objetivo perseguido fue fomentar la creatividad, el análisis crítico y la solución de problemas. Como punto de partida, se consideraron los temas propuestos en la Mission 21 que es un programa educativo propuesto por la NASA [5], para estudiantes de escuela elemental y preescolar. De estos temas se eligió la propuesta de generar un prototipo de juguete con pleno conocimiento y aplicación de los principios físicos de su operación. Los puntos por considerar fueron: a) análisis de la física, la tecnología y la ingeniería involucrada en juguetes, b) elaboración de propuestas de juguete, c) elaboración, modelación matemática y determinación de las cantidades medibles en el prototipo. En seguida se presenta el desarrollo de estas secciones.

3. Actividades implementadas en los estudiantes para la elaboración de un juguete mecánico.

3.1. Análisis de la física, la tecnología y la ingeniería involucrada de algunos juguetes comerciales.

Se discutió con el grupo la importancia de los juguetes, su diseño ingenieril y tecnológico de juguetes mecánicos y electrónicos cuyos principios físicos aplicados hacen más atractivo el funcionamiento, se analizaron tres elementos, un trompo, una pelota de luz led y una figura decorativa (véase figura 1). El primero fue un trompo que al girar produce música y luces. Se analizó porqué se enciende y se produce la música. Los estudiantes concluyeron que el movimiento activaba un interruptor para encender luces y la música, determinaron que el movimiento circular activa un interruptor. Del mismo modo analizaron una pelota de color que al dejarse caer empieza a emitir pulsos

de luz de colores y lograron inferir que la altura era un factor para que se encendieran las luces, pero les costó identificar que la presión era la causa de ello.

Fig. 1. Elementos analizados para identificar los principios físicos, el diseño ingenieril y tecnológico que los hacen atractivos. De izquierda a derecha, trompo con luz led que enciende al girar, pelota de luz led que enciende al caer y figura de un caballo en un bloque de vidrio.

Por último, se analizó un bloque de vidrio en cuyo interior se observa una figura de un caballo formado por burbujas. En esta figura se les cuestionó sobre cómo fue elaborada. Comentaron que probablemente con un láser, aunque no era claro como lo realizaron. Esto permitió discutir y analizar el uso de radiaciones ionizantes y su uso en tratamientos en medicina, permitió mostrar que este objeto fue elaborado con principios similares. Como cierre de esta actividad se les encomendó la elaboración de un juguete aplicando los principios físicos del curso de mecánica.

3.2. Elaboración de propuestas de juguete.

En esta parte cada alumno vertió ideas y propuestas, se les dio un tiempo para discutir entre ellos mismos sus propuestas y tuvieron la oportunidad de resolver dudas con el docente. Se les fue guiando con preguntas disparadoras y problemas vinculados sobre cómo podría implementarse un análisis mecánico. Esto obligó a los estudiantes a pensar en dos aspectos importantes, los temas de mecánica involucrados en su prototipo ya vistos en clase y los temas que todavía no se habían desarrollado en clase, lo que promovió un aprendizaje autónomo. Además, para hacer mediciones cuantitativas de cantidades físicas, analizaron los posibles programas o software disponibles. Esto los confrontó a hacer uso de otras herramientas tecnológicas como lo son el software de análisis de vídeo Tracker [6] y Physics Toolbox Suite [7] que ya se habían introducido en la clase para análisis cinemáticos.

3.3. Elaboración del juguete.

En este parte, los estudiantes realizaron la ejecución de su proyecto, algunas veces mostraron frustración pues se les complicaba la construcción. Tuvieron dificultades al modelar matemáticamente su prototipo con los principios físicos. Adicionalmente,

implementaron mediciones previas para analizar su prototipo. En la figura 2 se muestran imágenes de uno de los prototipos presentados.
Esta fue la parte más enriquecedora para los estudiantes pues les requirió aplicar su creatividad, análisis crítico y resolución de problemas, ejecutar modelado matemático, diseño de experimentos y medición de cantidades físicas usando la tecnología como fueron los programas de software. Particularmente, la parte de arte se intentó incluir en dos aspectos, en la elaboración y la presentación del prototipo ante sus pares. Hubo algunos casos que en el diseño trataron de implementar toques artísticos, pero la mayoría optó por la funcionabilidad y el uso de materiales reciclados.

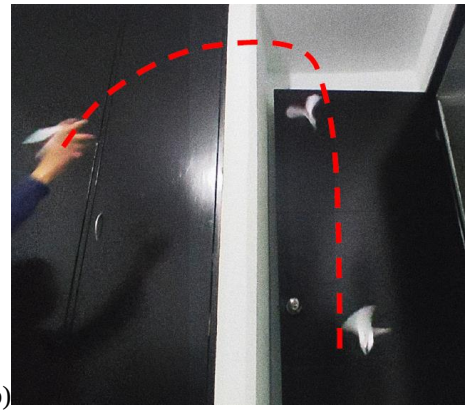
a) b) 

Fig. 2. La figura izquierda ilustra la hélice helicoidal hecha de papel sujetada por una lámina metálica. La figura de la derecha muestra el lanzamiento de la hélice y su trayectoria.

La parte final de la actividad contempló la presentación del prototipo entre sus pares. Las presentaciones realizadas por los alumnos permitieron identificar los detalles del modelado, limitaciones, requerimientos, dificultades que tuvieron en el desarrollo, esto sirvió para enriquecer las presentaciones del grupo pues con la información y resultados que mostraron algunos compañeros mejoraron las cuantificaciones físicas de otros juguetes. Por esto, se considera que se cumplió el objetivo pues los estudiantes analizaron problemas de su interés, le dieron solución a la problemática implementando un enfoque STEAM. Además, los estudiantes estuvieron motivados lo que se notó en las discusiones. Algunos comentarios de satisfacción presentados fueron: “Que se haya dado libertad de elegir el caso por analizar, el juguete por proponer y la aplicación de la teoría vista en clase favorece la comprensión de los temas puesto que se generan más dudas e iniciativa por resolverlas.” Otro comentario fue, “Considero que ayuda a entender lo visto en clase, ejecutas y analizas. Si vale la pena introducirlo como actividad.”

4. Conclusiones

En el presente trabajo se implementó una actividad STEAM en un curso básico de mecánica clásica perteneciente al primer año de estudios universitarios con el objetivo

fomentar la creatividad, el análisis crítico y la solución de problemas. La actividad que se propuso fue el diseño y elaboración de un juguete en donde los principios mecánicos de su funcionamiento fueran explicados y analizados. Por la naturaleza de la asignatura se considera la ciencia y matemática como fortalezas, No obstante, la parte creativa, de arte, la de ingeniería y la de tecnología fue planificada y se les orientó a desarrollarla a través de las actividades propuestas como el manejo y uso de software para la medición de variables físicas del prototipo y durante la presentación de su proyecto.

Se mostró que es posible entusiasmar a los estudiantes con este tipo de actividades, por la proactividad en el desarrollo y dedicación a su problemática. Además, consideraron que este tipo de actividades fomentan un mejor aprendizaje de la asignatura.

La implementación de la actividad STEAM permitió fortalecer la formación y aprendizaje autónomo de los estudiantes pues lograron un aprendizaje que va más allá de las aulas y que por necesidad fueron incluyendo. Se logró que fueran los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje promoviendo procesos de reflexión, curiosidad, revisión crítica para generar una solución a su problemática.

Referencias

[1] D. A. Celis Cuervo, R. A. González Reyes, «Aporte de la metodología STEAM en los procesos curriculares,» bol. redipe, vol. 10 (8) : 279-302, 2021. [En línea]. Available: https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1405. [Último acceso: 14 03 2025].

[2] E. C. Macuri Silva, «La educación STEAM en la Licenciatura de Ciencias Físicas,» Delectus, vol. 6, núm. 2, 2023.

[3] M. G., Ormaza-Cevallos, Lozano-Jaramillo, G. A., & Pico-Macías, M. E., «Metodología STEAM: aplicaciones en educación superior,» REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA ARBITRADA YACHASUN, vol. 8 (15), 225–246, 2024. [En línea]. Available: http://www.editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/503. [Último acceso: 14 03 2025].

[4] J. P. Santillán-Aguirre, Santos-Poveda, R. D., & Jaramillo-Moyano, E. M., «STEAM Educación para el sujeto del siglo XXI,» Dominio de las Ciencias, vol. 7 (4), 1461–1478, 2021. [En línea]. Available: https://doi.org/10.23857/dc.v7i4.2181. [Último acceso: 14 03 2025].

[5] W. E. Dugger, «The relationship between Technology, Science, Engineering, and Mathematics,» Annual conference of the American Vocational Association, CE 065 686, Nasville, TN USA, 1993.

[6] D. Brown, Christian W., Hanson R. M., «Tracker,» (2021) [En línea]. Available: https://physlets.org/tracker/. [Último acceso: 14 03 2025].

[7] Vieyra «Physics Toolbox suite,» app., (2024) [En línea]. Available: https://www.vieyrasoftware.net/?lang=es. [Último acceso: 14 03 2025].

Criterio de demarcación STEAM

Lic. Gonzalo Pastor Cotto

Universidad del Trabajo del Uruguay
gpastor@utu.edu.uy

Resumen: Este artículo pretende reflexionar y argumentar sobre un criterio de demarcación en STEM, que permita determinar que es o no es STEM, intentando analizar cuál es mejor término a utilizar, que tipo de metodología implica STEM, que comprende esta acepción, que debe incluir y qué elementos debe incluir.

Palabras clave: STEAM, STEM, STEM+, Demarcación STEM

1. ¿Qué término usar?

El formato STEM (Science Technologies Enginering Mathematics) fue creado por The National Science Fundation [1] en 1990, y ampliado luego por Georgette Yakman en 2008 al término STEAM (STEM + Artes) [2].

Nace de la preocupación de la comunidad educativa sobre la poca demanda que tiene la educación en ciencias, particularmente en ciencias exactas o experimentales. Se buscó de esta forma una manera de enseñar ciencias en un formato más atractivo, y fundamentalmente más práctico.

La Educación STEAM [3], es entendida como la articulación entre la ciencia y la tecnología interpretadas a través de la ingeniería y las artes, con base en el lenguaje de las matemáticas [2]. Permite la formación de un conocimiento integral, complejo e interdisciplinar que promueve habilidades como el pensamiento crítico, creativo, reflexivo, lógico y la innovación y el trabajo colaborativo [4]. Según esta perspectiva, los estudiantes se enfrentan a situaciones problemáticas de la vida real y crean modelos en los que indagan acerca de las posibles soluciones a los desafíos que les rodean.

Esto proporciona una visión amplia que permite desarrollar procesos de construcción y transformación de conocimiento, como diseñar, resolver problemas, tomar decisiones o investigar, donde el rol docente ofrece la oportunidad de trabajar de forma relativamente autónoma durante largos períodos en los que actúa mediando a fin de que el trabajo culmine en productos o presentaciones reales [5]

Los buenos resultados obtenidos con esta propuesta llevó a que el concepto fuera ampliado luego a otras versiones de la sigla, como STEAHM (se le agrega Humanidades), STEM+, STEM+A, STEAM+H, incluso alguno le agrega R de religión, otros la M de Medicina. Al día de hoy no existe un standard, utilizándose en muchos lugares solo STEM, para volver a las bases.

En este trabajo se busca demarcar ¿que es STEM?, pero teniendo en cuenta la postura de Feyerabend ya que el intento de demarcación va a estar relacionado con la inconmesurabilidad de sus términos y la “imposibilidad de comparación entre unas y otras al no existir un criterio común de análisis, es decir, ante el fracaso de establecer criterios de demarcación estables.” [6]

De todas las acepciones (STEM, STEAM, STEM+, STEM+A, STEHAM, STEAMR, STREAMS y otras que se les ocurra) hay 2 que parecen más oportunas: 1) STEM, por ser la acepción original (incompleta desde la mirada de Yakman), y 2) STEM+ por ser la más comprehensiva.

STEM+ induce a pensar que sobre la base STEM se pueden agregar múltiples disciplinas, pero sin limitarlas al Arte, las Humanidades, Religión u otras. Incluso deja el lugar para incorporar nuevas disciplinas. El término STEM+ las incluye a todas, ya que no se limita a ninguna.

Colombia por ejemplo (gov.co) utiliza ampliamente este término (colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemColombia). En menor proporción México (movimientostem.org/), Argentina (stemplus.com.ar) y Uruguay también lo utilizan (anep.edu.uy).

A los efectos prácticos para la redacción de este artículo se va a usar ut infra el término STEAM, respetando de esta manera el nombre del Congreso, pero dejando constancia que el mismo se debe repensar o redefinir.

2. ¿Qué perspectiva describe a STEAM?

¿Es una metodología, un enfoque, un modelo u otra cosa?

STEAM particularmente nace como una metodología educativa. Una forma de enseñar ciencia. Pero no de cualquier forma, sino mediante el desarrollo práctico de objetos. Es una forma de enseñar que no se limita a la teoría, sino que se potencia con la práctica.

Pero no sigue el modelo francés de analizar un objeto, desde el punto de vista mecánico, electrónico o físico. Sino que se parte de un problema real, al cual se le da una solución implementable en el corto plazo. Esto nos llevaría a pensar que es una metodología, entendida como la reflexión que lleva a lograr la mejor solución de un problema.

Pero no es un método de resolver problemas. Si bien utiliza cierta metodología (ABP, Maker Lab u otra) esto no es específica ya que métodos de resolución de problemas existían antes del STEAM. El STEAM es naturalmente un enfoque pedagógico, ya que enseñamos a determinar problemas, enfocarlos y resolverlos mediante un dispositivo o procedimiento.

Desde una perspectiva amplia, [7] definiremos a la educación STEM como un enfoque educativo en el que los contenidos de las disciplinas implicadas se podrían abordar: a) como un conjunto de ideas aisladas (multidisciplinar); o b) como ideas integradas en el proceso de resolución de problemas del mundo real (interdisciplinar y transdisciplinar).

No entran dentro del STEAM aquellos problemas que solo se apegan a problemas teóricos o que no son construibles como objetos o procedimientos (nuevos o modificación de anteriores).

Podemos considerar entonces a STEAM como un enfoque, en el sentido dado por el epistemólogo Mario Bunge [8] quien lo expresa como una manera de ver las cosas o las ideas y, en consecuencia, también de tratar los problemas relativos a ellas. Se trata de un cuerpo de conocimiento preexistente, junto con una interpretación de problemas,

un conjunto de objetivos y una colección de métodos, un arquetipo que marca una conducción.

3. ¿Qué comprende STEAM?

No existe total acuerdo sobre los contenidos que deba tener un proyecto STEM, ni siquiera si es una propuesta a trabajarse en modelo de proyecto.

Podemos inferir de sus siglas que un proyecto o trabajo STEM deba tener algo de Ciencia, algo de Tecnología, Ingeniería y Matemática.

Ni siquiera se ha llegado al acuerdo de que deben construir un objeto o desarrollar un proyecto. Estamos de acuerdo que mediante STEM se debe resolver un problema de la vida real. Podemos llegar a este problema de la vida real mediante 2 caminos: propuesto por el docente o acercado por los alumnos. Compartimos la idea pedagógica que cuando los alumnos aportan la idea, mucho mejor el compromiso, el resultado y los aprendizajes.

Entonces STEM incluye en principio 2 consignas implícitas: trabajar en equipo (para acercar esa idea) e investigar el entorno (para encontrar un problema a resolver). Si este intento fracasa, el docente puede aportar un problema nuevo a resolver, o adaptar el problema propuesto por los alumnos.

Este problema se puede resolver de 2 maneras: creando un dispositivo que lo resuelva (el más utilizado) o aplicando un procedimiento para resolverlo. Ambos válidos y muy potentes del punto de vista pedagógico.

A modo de ejemplo: si el problema detectado es la falta de señalización en una esquina con accidentes, se puede sensorizar el cruce y crear un semáforo inteligente (o un dispositivo similar). En cambio si se decide extraer oro de una plaqueta de computadora, la solución es crear y aplicar un proceso químico que lo logre luego de ciertos pasos.

Los problemas a resolver no pueden ser muy simples como abrir un grifo para que salga agua o cambiar una bombilla para que haya luz. Los problemas deben tener cierta complejidad y ser particularmente desafiantes.

Para resolverlos entonces hay que seguir procedimientos, manejar tiempos, trabajar en equipo, documentar el problema y la solución, crear un dispositivo o procedimiento. Esto nos lleva inexorablemente a hablar de un proyecto. Cortos, medianos o largos, pero siguiendo modelos de resolución de problemas, particularmente relaciones con métodos científicos y procesos en etapas.

Incluir dentro del enfoque STEAM la metodología ABP [5] parece ser acertada, en cualquiera de sus 2 acepciones: Aprendizaje Basado en Proyectos o Aprendizaje Basado en Problemas, respetando necesariamente las connotaciones que cada uno tiene.

4. ¿Qué incluye STEAM?

Aunque no hay acuerdos totales al respecto, se propone que un proyecto STEAM debería incluir todos los componentes que su sigla especifica.

Con respecto a la S (Sciencie) de Ciencia, el espectro es muy amplio. En principio estamos pensando en Ciencias Exactas o en Ciencias Experimentales. Tengamos presente que es una postura pedagógica. Eso quiere decir que para resolver el problema debemos aprender y aplicar conceptos de ciencia. Por ejemplo: en el caso del reciclaje de oro, la ciencia más significativa del proyecto es la Química.

Pero la S puede ser de Ciencias Sociales, ya que podría pensarse por ejemplo en identificar y procesar hallazgos paleontológicos recientes.

La S de ciencia abre entonces un abanico muy grande, pero no solo de un área disciplinar sino particularmente por el método científico asociado para resolver el problema que se ha planteado.

Con respecto a la T de Tecnología, la inclusión de la misma es aún más difusa, porque la Tecnología es un "Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico." [9]. En su momento una mesa, era un producto con mucha tecnología (para su época).

Entenderemos mucho mejor el concepto de Tecnología como el uso de las Nuevas Tecnologías: digitales o analógicas. Muchas veces un proyecto STEAM incluye sensores (analógicos o digitales) aceptando entonces una u otra forma de medir la información. En el caso propuesto del reciclaje de oro, un fluoroscopio o un detector de oro sería la herramienta tecnológica usada. Recordemos que en este caso no estamos creando un dispositivo nuevo sino un procedimiento tecnológico.

Tecnología puede ser sinónimo del uso de computadoras o similares (plaquetas programables por ejemplo). Cuando la computadora procesa la información (por ejemplo tomando datos de los sensores) podemos decir que la Tecnología digital o analógica está presente, pero si usamos la computadora de manera instrumental, por ejemplo solo para redactar el proyecto y agregar fotografías tomadas de Internet, podemos decir que la Tecnología es superficial y no aporta al proyecto.

En cambio si se usa la computadora para diseñar una pieza 3D que sea parte de la solución o modelado del mismo, el uso de la Tecnología está presente (a pesar de que se imprima finalmente en 3D o no el producto).

La E (Engineering) de Ingeniería (del latin ingenium), también es muy genérica. Podemos decir en un modo muy amplio que está presente si se usa el ingenio para resolver el problema. Podemos reducir el concepto, si la solución del problema, requiere la participación de una rama específica de la ingeniería (Civil, Eléctrica, Electrónica, Informática, Química u otras).

La ingeniería usa la matemática para modelar las soluciones. Entendemos que toda tarea ingenieril utiliza matemática, pero aclarando que la matemática excede a la ingeniería. La ingeniería por su lado utiliza conocimientos, métodos y técnicas que también exceden a la Matemática (y a otras Ciencias).

La A de Arte, está presente solo en la reformulación del término STEM por Yakman [2]. Incluimos el Arte en muchos aspectos, pero a modo de ejemplo, cuando se diseña un robot o un dispositivo, el Arte permite mejorar la estética del producto. Incluso el proyecto puede ser solo modificar la estética del objeto como hizo Apple cuando hizo el monitor transparente, o como hacen los fabricantes de celulares continuamente. A veces se observa modificaciones solo en lo estético, pero eso requiere cambios profundos en las estructuras y los materiales seleccionados.

El arte dentro del enfoque STEAM le agrega creatividad al proceso y como dice Milgrom-Elcott (fundadora de 100kin10.org) "Hay muchas maneras de traer conceptos

STEM a la vida gracias al arte. Y cuando lo hacemos, podemos interesar a alumnos que podrían no estar aún muy entusiasmados por estas disciplinas".

La M de Matemática es más fácil de implementar ya que si la Ingeniería está presente, de manera implícita se busca modelar matemáticamente los problemas y soluciones.

Generalmente los profesores buscan aspectos matemáticos a analizar o resolver en el modelo a aplicar. Muy básico a veces, otras veces complejo, pero debe estar presente.

Entendemos entonces que para que sea completo un proyecto STEAM, todos los componentes de su nombre deben estar presentes. Es una forma de enseñanza y aprendizaje interdisciplinar y en equipo.

Los autores MacKinnon, Rawn, Cressey y He [10] proponen la siguiente mirada:

- La Ciencia como una "forma de conocimiento" que busca comprender el mundo que nos rodea.
- La Tecnología como una "forma de adaptación" que necesariamente considera los impactos sociales.
- La Ingeniería como una "forma de diseñar/crear dispositivos" para responder a problemas reales.
- Las Matemáticas como una "forma de expresar una comprensión/análisis del mundo y de los problemas a través de los números en sus distintas formas y relaciones".

Esta forma de trabajo donde se realiza la aplicación en un proyecto de distintas ramas como indica Bunge [11] no crea una nueva disciplina, sino que se puede considerar como un sistema, dado que todos los componentes están ligados entre sí, cualquier cambio en uno de ellos afectaría a los demás y del sistema emergen propiedades distintas a las de sus componentes.

5. Conclusiones

Entendemos que no todo está resuelto en este tema, ni siquiera discutido profundamente, ya que estamos ante un área en pleno desarrollo, donde es necesario repensar los conceptos que usamos buscando cuáles son los más adecuados.

En este trabajo se propone utilizar el término STEM+ en vez de STEAM por ser más abarcativo e inclusivo. "La Educación STEM no es culturalmente neutral. Hay que poner especial foco en que sea inclusiva, intercultural y contextualizada." [12]

En cuanto a sus características considerar como un enfoque al STEM+, en vez de una metodología, dejando la metodología para sus partes, pero englobando todo el proceso en un enfoque, ya que este término lo describe con más exactitud.

Consideramos que todos sus componentes básicos deben estar presentes; es decir la Ciencia, la Ingeniería, la Matemática y la Tecnología, sugiriendo que esta última debe incluir componentes analógicos y/o digitales, y abriendo la puerta a otras disciplinas que potencian el enfoque como son las Artes, las Humanidades, la Medicina, u otro que surja.

Todo esto en conjunto para resolver un problema complejo, de manera interdisciplinaria, en equipo y mediante un aprendizaje activo.

Está demostrado estadísticamente que los países que adoptan la Educación STEAM, han mejorado los aprendizajes de sus estudiantes y los avances científicos del país.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU [13] son un llamado universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y perspectivas de todas las personas en el mundo que permiten ser tomados desde la Educación STEM forjando las habilidades necesarias para contribuir a estas competencias transformadoras del mundo actual para empoderar a las personas para que cambien su manera de pensar y trabajar hacia un futuro sostenible.

6. Referencias

[1] W. R. Bybee, The case for STEM education: Challenges and opportunities., Arlington: EE UU: National Science Teachers Assosiation, 2013.

[2] G. Yakman, Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea., Daegu: Journal of The Korean Association For Science Education, 2012.

[3] A. Álvarez Colorado, C. Montoya Puerta y S. Herrera Giraldo, Modelo Epistemológico de Referencia que integra la Educación STEAM en el, Medellin: Universidad de Antioquia, 2023.

[4] D. &. G. R. Celis, «Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares,» *Revista Boletín Redipe,* vol. 10, nº 8, pp. 279-302, 2021.

[5] J. Thomas, Una revisión de la investigación sobre el aprendizaje basado en proyectos, San Rafael, CA: Autodesk Foundation, 2000.

[6] P. Feyerabend, Tratado contra el método, Tecnos, 1974.

[7] Y. F. S. Hsu, «Oportunidades y desafíos de la educación STEM,» de *Asia-Pacific STEM Teaching Practices*, Singapur, Springer, 2019, pp. 1-16.

[8] M. Bunge y R. Ardila, Filosofía de la psicología, Mexico: Siglo XXI Editores, 2002.

[9] R. A. E. Diccionario de la lengua española, Madrid: RAE, 2014.

[10] G. MacKinnon, G. Kate, E. Rawn, J. Cressey y W. He, «Aplicación del currículo STEM en un aula de ESL: un estudio de caso chino,» *K-12 STEM Education,* vol. 3, nº 1, pp. 143-155, 2017.

[11] M. Bunge, Ciencia y desarrollo, Buenos Aires: Siglo XXI, 1987.

[12] G. Rojas Montemayor y M. Gras Marin, Educacion STEM y su aplicación, M. STEM, Ed., Ciudad de Mexico, 2023, p. 61.

[13] Naciones Unidas, «Objetivos de Desarrollo Sostenible: 17 objetivos para cambiar nuestro mundo,» 2017. [En línea]. Available: http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-agenda-de-desarrollo-sostenible/. [Último acceso: 1 4 2025].

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- AGUILERA. MORALES D., J. L. L. Gómez, F. J. P. Palacios y J. M. V. González, «¿Qué es la Educación STEM? Definición basada en la revisión de la literatura,» EDCE 29, pp. 13-21, 2021.
- BOTERO ESPINOSA, Jaime (2021) Educación STEM, STEM Education Colombia
- GARCÍA RAMOS, A.: Aprendizaje basado en Proyectos: ¿funciona? Evidencias del Programa Andalucía.GIMENO SACRISTÁN J. (comp.) (2008):. Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo? Morata. Madrid.
- POPPER, K. 1995. El problema de la demarcación, pp. 131-142. En: D. Miller. Popper, escritos selectos. México: FCE.
- PRENDES ESPINOZA et al. (coords) Tecnología y pedagogía para la enseñanza STEM. Pirámide

La variación del color de la flor en *Ipomoea*: elaboración de una herramienta didáctica virtual para la enseñanza de la Genética.

Jorge Arturo Lobo Segura[1], Maria de Nazaré Klautau Guimarães[2], Mauricio Quesada Avendaño[3]

[1] Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica (Costa Rica)
jorge.lobo @ucr.ac.cr

[2] Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Brasilia (Brasil)
nklautau@unb.br

[3] Laboratorio Binacional de Análisis y Síntesis Ecológica, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia (México)
mquesada@cieco.unam.mx

Resumen. El uso de ciertos organismos modelo es una condición necesaria para la enseñanza de la genética. Proponemos que el uso de organismos más cercanos al ambiente del estudiante, que presenten casos de herencia más vistosos y reconocibles, puede facilitar el aprendizaje de esta materia a nivel de la enseñanza media y universitaria. Los diferentes temas de herencia derivados del conocimiento científico sobre estos organismos pueden presentarse en forma de sitios web interactivos, con el fin de facilitar el acceso a esta información y su uso como herramienta didáctica. Este material complementa las lecciones presenciales y ofrece una forma de estudio autónomo. Se utilizó el modelo de la variación del color de la flor de *Ipomoea purpurea* como un organismo modelo con el cual se estudian las leyes mendelianas, su base molecular y sus aplicaciones en genética ecológica. *I. purpurea* es un organismo más familiar a estudiantes del ambiente latinoamericano, por ser un grupo de plantas propio de ambientes suburbanos y urbanos del Neotrópico. Después de la aplicación con estudiantes de tres universidades, estudiantes y profesores elogiaran la presentación del tema y la didáctica utilizada para el aprendizaje de conceptos de genética. Los profesores opinaron que, en general, el recurso didáctico contribuyó de manera substancial a la comprensión de los conceptos.

Palabras clave: Genética, Modelos Científicos, Enseñanza virtual, Autoaprendizaje, TICs

1. Introducción

1.1. Los objetos virtuales de aprendizaje

En el área de la educación se reconocen los mensajes multimedia instruccionales como una herramienta auxiliar importante en la enseñanza universitaria [1]. Estos materiales consisten en presentaciones de palabras e imágenes cuya intención es reforzar el aprendizaje [1]. De particular importancia para la facilitación del aprendizaje son los objetos virtuales accesibles a través de la web. Tales presentaciones pueden incluir tests o cuestionarios sobre la materia representada, para medir el grado de asimilación de los conceptos.

Más específicamente, se llaman los "Objetos de Aprendizaje" a materiales educativos diseñados y creados en pequeñas unidades con el propósito de maximizar el número de situaciones de aprendizaje en las cuales puedan ser utilizados [2]. Se denominan Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), cuando corresponden a archivos o unidades digitales de información, dispuestos con la intención de ser utilizados en diferentes propuestas y contextos pedagógicos. Son archivos digitales o elementos con cierto nivel de interactividad e independencia que pueden ser utilizados en diferentes situaciones de enseñanza-aprendizaje [3]. Se puede conseguir una mayor profundidad de aprendizaje cuando estos materiales son presentados de forma interactiva, donde el estudiante activa a su gusto una presentación secuencial del material, con actividades que ejerciten la solución de problemas con base al material visualizado. Este formato es preferible a la simple presentación de texto con imágenes en un sitio web, al fomentar el aprendizaje activo por medio de la revisión del texto en forma libre e interactiva, incluyendo la solución de problemas [4, 5]. En el área de la genética existen recursos en la web que ofrecen material educativo sobre esta disciplina [6]. Estos recursos presentan información general y específica sobre temas de la genética, así como ofrecen la posibilidad de aprendizaje a través de la solución de problemas o el manejo de recursos gráficos [6,7].

1.2. La enseñanza de la genética y el color de la flor de *Ipomoea*

La enseñanza de la genética constituye un reto pedadógico dentro de la enseñanza de la biología, por ser una disciplina que combina tanto conceptos abstractos y modelos teóricos (gene, herencia mendeliana), la explicación de modelos moleculares complejos, y la integración de información a diferentes niveles de la organización biológica (desde ADN hasta organismos) durante el desarrollo. La relación genotipo-fenotipo no es directa y requiere de una atención especial del educador para mostrar esta relación de una forma condicionada al rasgo, población y ambiente del carácter en estudio [5,8].

En la enseñanza de la genética faltan organismos modelo o ejemplos ilustrativos más conocidos o familiares a los estudiantes, particularmente en ambientes tropicales. Los guisantes de jardín, la mosca *Drosophila*, el maíz, las bacterias y otros organismos clásicos, usados frecuentemente en libros de genética, se usan por el amplio conocimiento de modelos de herencia y de sus bases moleculares. Sin embargo, con excepción del maíz, estos organismos son ajenos a la biodiversidad que el alumno ve

en su entorno de vida, especialmente los que viven en ambientes urbanos o semi-urbanos. Un cambio en el tipo de organismos modelo usados en la enseñanza de la genética ha sido el uso de animales domésticos, donde se estudian rasgos llamativos como la variación del pelaje de los gatos [9].

Ipomoea (Convolvulaceae) es un género de amplia distribución y alta diversidad en países Neotropicales, particularmente en Mesoamérica. En la especie *I. purpurea* se presenta una alta variación en el color y la distribución de los pigmentos en la corola. Muchos estudios han analizado los genes y los alelos responsables de parte de esta variación, así como sus interacciones epistáticas, las vias bioquímicas y las enzimas responsables de la síntesis de los pigmentos [10].

De esta forma el género *Ipomoea* ilustra un caso muy interesante de evolución floral donde se conocen los patrones de cambios moleculares que acompañan esta diversificación [10]. Por este amplio conocimiento de la genética de los patrones de coloración floral puede utlizarse como un ejemplo adicional en clases de genética, para ilustrar principios de la herencia mendeliana, ligamiento, epistasis, evolución molecular y genética de la adaptación. Para este fin se requiere de una síntesis didáctica de la información existente sobre este tema que está dispersa en muchos artículos especializados o revisiones, o en publicaciones no accesibles para la mayoría de los estudiantes y docentes. Además se requiere de una herramienta educativa virtual para organizar textos, imágenes, esquemas y videos de tal manera que se presente el análisis genético de los patrones de coloración de *Ipomoea* de una forma progresiva: desde la observación de la variación y los resultados de cruzamientos, hasta los análisis moleculares de los genes de coloración en diferentes especies del género.

2. Contenido

2.1. Objetivo: La elaboración de la herramienta virtual

Nuestro objetivo fue elaborar una herramienta virtual con el ejemplo de la variación del color de flor de *Ipomoea*. Este material sería más apropiado para la enseñanza de genética básica en los primeros años de la educación superior, para carreras relacionadas con Biología. Se consideró que un sitio web interactivo seria la mejor manera de presentar esta herramienta. Este sitio se denominó como "La variación del color de la flor en plantas del género *Ipomoea*: genética, biología molecular y evolución".

Se utilizó el programa "Google Sites" y se organizó un sitio web, accesible por medio de la distribución del link respectivo. El programa "Google Sites" ofrece la apertura de sitios web en forma gratuita y facilita la edición del contenido del sitio, caso sea necesario (adición de nuevos materiales, corrección de errores, modificación del texto por sugerencias de los usuarios, etc.).

El material se presenta pequeñas unidades (páginas) de aprendizaje del tema, con cierto nivel de interactividad e independencia, que podrán ser utilizados independientemente en diferentes situaciones de enseñanza-aprendizaje. Los textos fueron organizados junto con imágenes, esquemas y videos, presentando el análisis genético de los patrones de coloración de Ipomoea de una forma progresiva: desde la observación de la variación y los resultados de cruzamientos, hasta los análisis

comparativos moleculares de los genes de coloración en diferentes especies del género. Al final de cada unidad se incluyeron autoevaluaciones sobre la materia representada, para verificar la asimilación de los conceptos. Para la elaboración de los formularios de auto-evaluación se utilizó el programa "Google Forms", que permite construir exámenes cortos con preguntas de escogencia múltiple, completado de frases, arrastre de texto de imágenes, etc. Al final de cada cuestionario se incluyeron, a manera de retroalimentación, las respuestas correctas, que se presentan al estudiante una vez finalizado el cuestionario, con su respectiva puntuación. De esta manera el estudiante puede conocer el grado de comprensión de la materia de cada capítulo en forma inmediata. Además, se incluyeron textos para las opciones incorrectas, para que el estudiante entienda los errores cometidos durante la evaluación.

El sitio web es accesible a través del link https://sites.google.com/view/color-flor-ipurpurea/inicio en español y en el link https://sites.google.com/view/geneticacorfloripomoea/início en idioma portugués. Además, se encuentra disponible un video en YouTube dirigido especialmente a profesores, donde se sugieren diferentes formar de utilizar este material en clases de genética o evolución: https://youtu.be/qY5nm5f4FZw

2.2. Evaluación del material educativo

Para evaluar los efectos de la utilización de la herramienta y la comprensión de conceptos de genética y biología molecular conseguidos con este material, así como la la opinión de docentes y discentes de la calidad del contenido, este material fue utilizado en prácticas con estudiantes de tres grupos, en tres universidades:

- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), curso Fundamentos de Genética de la carrera de Ciencias Agroforestales de la ENES-Morelia. 10 estudiantes.
- Universidad de Costa Rica (UCR), curso de Genética General de la carrera de Biología. 30 estudiantes.
-Universidad de Brasilia, licenciatura en Biología del Departamento de Genética y Morfología, Instituto de Ciencias Biológicas. 35 estudiantes.

Se calculó el porcentaje de respuestas correctas por país, por grupo de preguntas y para el total general. Diferencias de estas proporciones entre grupos fueron verificadas con pruebas de ch-quadrado (χ^2). Los datos de Costa Rica y México fueron agrupados dado el limitado tamaño de muestra en México.

De la revisión de los formularios de autoevaluación disponibles en cada página del sitio se observó un promedio de 69 % de respuestas correctas en las diferentes preguntas (SD = 21%). En Costa Rica y México este porcentaje promedio aumenta en las preguntas realizadas al inicio de la práctica (pigmentos florales, técnicas de genética mendeliana) y disminuye en las preguntas finales (biología molecular) (81% en las preguntas de la primera parte vrs 54% en las preguntas de la segunda parte, $\chi^2 = 172.4$ (1), $p<0.01$). Esta tendencia puede estar reflejando las dificultades inherentes a temas de biología molecular para estudiantes universitarios de primeros años de carrera. En Brasil esta tendencia no fué significativa (71% vrs 67%, $\chi^2 = 2.8$ (1), $p<0.5$), posiblemente porque en el plan de estudios la Biología Molecular se imparte antes de los cursos de Genética General. Sin embargo, el porcentaje promedio de respuestas correctas para el total de los cuestionarios no fue diferente entre países (71% en Brasil

y 69% en Costa Rica y México, $\chi^2 = 1.9$ (1), $p<0.5$). Los resultados de las evaluaciones muestran valores muy semejantes a los obtenidos por los estudiantes de estos países en sus primeras evaluaciones de los cursos de Genética General, lo que se considera un resultado positivo considerando que estas pruebas fueron realizadas inmediatamente después de la lectura del material del sitio web, sin tiempo de repaso o estudio preliminar como ocurre en los exámenes regulares.

En los comentarios generales, los estudiantes expresaron que el material facilitó su entendimiento de la genética y de la base molecular de la variación, y elogiaron la presentación y didáctica del sitio web. También realizaron algunas sugerencias para mejorar la interactividad del sitio web y la claridad de las preguntas.

Este material fue enviado a profesores del área de la genética y de educación de las ciencias para ser evaluados según su experiencia docente y conocimiento de la materia. Los profesores formaban parte del cuerpo docente del área de Genética (profesores de la sección de Genética de las tres instituciones mencionadas). Los profesores opinaron que en general el recurso didáctico contribuyó de manera substancial a la formación académica de los estudiantes. Entre las razones presentadas que justifican esta valoración se encuentran:

i) el material aborda un ejemplo que despierta el interés del estudio,

ii) el material incentiva la autonomía de estudio,

iii) el material permite que los estudiantes acompañen el desarrollo de la literatura científica sobre la genética de la variación del color de la flor, desde la genética clásica hasta su biología molecular,

iv) permite entender la relación entre la estructura y función de los genes a diferentes niveles (molecular, bioquímica, celular y el fenotipo).

En el campo de la enseñanza de la genética existe una gran diversidad de materiales interactivos expuestos en la web [5,6]. Sin embargo, no existe mucha información sobre el efecto de estas estrategias sobre el aprendizaje de esta disciplina. Un estudio sobre laboratorios virtuales de Genética no evidenció diferencias en el rendimiento académico de grupos de estudiantes que practicaron laboratorios en forma virtual o presencial [11]. Este resultado muestra que las prácticas virtuales pueden ser efectivas como herramientas alternativas o complementarias en la enseñanza a la genética. Con base a entrevistas semi-estructuradas a estudiantes, otro estudio [12] concluye que herramientas virtuales para la enseñanza de genética son aceptadas y de gran utilidad para los estudiantes, siempre y cuando estas herramientas sean lo suficientemente interactivas.

3. Conclusiones

El sitio web "La variación del color de la flor en plantas del género *Ipomoea*: genética, biología molecular y evolución" puede ser una herramienta útil para la enseñanza de la genética general a nivel de educación superior. Este material propone un organismo tropical y un carácter llamativo (color de la flor) como nuevos modelos para la enseñanza de la genética. Al presentar el tema de la genética del color de flor en una

secuencia de temas desde la herencia mendeliana hasta sus fundamentos moleculares, posibilita a los estudiantes comprender mejor el concepto del gene, tanto como unidad de transmisión como de expresión de la información genética. Sugerimos su uso como actividad complementaria a las lecciones formales de genética, de tal manera que los estudiantes repasen los conceptos vistos en clase con un proceso de autoaprendizaje virtual. Más casos de aplicación de esta herramienta en cursos de genética de universidades iberoamericanas nos permitiría tener mejor información para evaluar su calidad y posibles mejoras. Instamos a los participantes de este congreso a entrar al sitio web (y el video explicativo) para explorar sus posibles aplicaciones en sus clases.

4. Referencias:

[1] R. E. Mayer, (2002). Multimedia learning. In Psychology of learning and motivation (Vol. 41, pp. 85- 139). Academic Press.

[2] Latorre, M., Blázquez, M., Martín, S., Díaz, G., Castro, M., & Peire, J. (2009). Objetos de aprendizaje: Buenas prácticas y trabajo colaborativo. *Red Ober*, 1-6.

[3] Montalvo, M. C. P., Verona, Y. P. P., Patricia, A. A. K., & Nisperuza, E. P. F. (2018). Diseño de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) sobre genética basado en los estilos de aprendizaje del modelo de FELDER-SILVERMAN. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1-8.

[4] Evans, C., Gibbons, N. J., Shah, K., & Griffin, D. K. (2004). Virtual learning in the biological sciences: Pitfalls of simply "putting notes on the web". *Computers & education*, 43(1-2), 49-61.

[5] Smith, M. K., & Wood, W. B. (2016). Teaching genetics: Past, present, and future. *Genetics*, 204(1), 5-10.

[6] Haga, S. B. (2006). Teaching resources for genetics. *Nature Reviews Genetics,* 7(3), 223-229.

[7] Guimarães, M. D. N. K. (2020). Material didático multimídia do Baralho Genômico. *Genética na Escola*, 15(1), 70-71.

[8] Cho, H. H., Kahle, J. B., & Nordland, F. H. (1985). An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science education*, 69(5), 707-719.

[9] Christensen, A. C. (2000). Cats as an aid to teaching genetics. *Genetics*, 155(3), 999-1004.

[10] Clegg, M. T., & Durbin, M. L. (2000). Flower color variation: a model for the experimental study of evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(13), 7016-7023.

[11] Oser, R., & Fraser, B. J. (2015). Effectiveness of virtual laboratories in terms of learning environment, attitudes and achievement among high-school genetics students. *Curriculum and Teaching*, 30(2), 65-80.

[12] Yazon, J. M. O., Mayer-Smith, J. A., & Redfield, R. J. (2002). Does the medium change the message? The impact of a web-based genetics course on university students' perspectives on learning and teaching. *Computers & Education*, 38(1-3), 267-285.

“Prohibido no tocar” en un aula de química preuniversitaria ¿retroceso o innovación?

Laura De Angelis[1], Cecilia Pirk[1], Sheila Szaingurten[1], Sofía Somma[1]

[1]Secretaría de Admisión. Instituto Tecnológico de Buenos Aires (Argentina)
ldeangel@itba.edu.ar; cpirk@itba.edu.ar; sszaingurten@itba.edu.ar; ssomma@itba.edu.ar

Resumen. En estos tiempos de vertiginosos cambios que estamos viviendo, la educación necesita dar un vuelco radical en los métodos que se aplican en la enseñanza en todos los niveles. No es fácil captar el interés de los estudiantes y, en una etapa como la transición del colegio secundario a la universidad, ese desinterés es cada vez más notorio. A partir de 2024, en el Proceso de Admisión al Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), en el trayecto educativo de Química, se nos planteó el desafío de romper con las estructuras y replantear el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este trabajo, mostramos la estrategia planteada desde los docentes del curso, para tratar de subsanar la creciente desmotivación estudiantil, buscando sembrar expectativas y generando un espacio participativo donde los estudiantes “toquen” la química. Cada contenido se abordó con un experimento, juego, aplicación cotidiana, etc. de forma que los estudiantes se involucren y construyan su propio aprendizaje. La participación y aceptación de los alumnos fue instantánea. Esta estrategia los hizo sentir protagonistas y generó mayor fluidez en la relación docente-alumno, lo cual se espera que impacte en su rendimiento académico

Palabras clave: Aprender haciendo, metodología de enseñanza, gamificación, participación activa.

1. Introducción

En la era en la que vivimos, la tecnología se ha convertido en parte esencial del aprendizaje; una muestra de eso es que hoy la mayor parte de nuestros alumnos toman apuntes en tabletas digitales, la era del papel ha quedado atrás. Es importante poder utilizar todos los recursos que tenemos a nuestro alcance para enfocar los métodos de enseñanza: desde el uso de ordenadores, hasta la revolución de la IA en el aula. Según Noely Rios Sánchez [1] “la gamificación es el empleo de mecanismos de entornos dinámicos y creativos con la finalidad de potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo y otros aspectos positivos para una buena formación”, en este sentido, pensamos adoptar un mecanismo que involucre juegos dinámicos y creativos en el aula de química.

En las cátedras de ciencias exactas y naturales como química o física, hoy notamos en los jóvenes un desconocimiento de los fenómenos físicos y químicos involucrados en la vida cotidiana, desde cómo encender un mechero, hasta porqué se empaña un vidrio. Nos preocupa la falta de curiosidad de las nuevas generaciones: no se hacen

preguntas, porque están inmersos en un exceso de información tal, que les da respuestas antes que se puedan plantear un desafío.

Para conseguir que los estudiantes se involucren en el proceso de aprendizaje, desde la cátedra de química del proceso de admisión al ITBA, nos planteamos en cada clase, presentar a los alumnos distintos desafíos, para pensar, experimentar, resolver y hasta jugar. En este contexto, fue abordado el aprendizaje de los contenidos, a partir de preguntas y propuestas que surgen desde los mismos estudiantes.

2. Contenido

2.1. Grupo de estudio

Hasta diciembre de 2024, los estudiantes que estaban interesados en ingresar a la universidad debían cursar 4 materias (Comunicación, Matemática, Física y Química) y aprobarlas. En caso de no aprobar alguna, debían recursar la materia correspondiente.

A partir del primer cuatrimestre de 2025, el proceso de admisión al ITBA sufrió un cambio radical. Es un proceso integral, con 7 trayectorias educativas, de las cuales 5 son trayectos curriculares. En el trayecto de química, se trabaja de forma presencial, una vez a la semana, con duración de 3 horas, durante 16 semanas. La cantidad de alumnos que están realizando el proceso en 2025 son 748.

Los objetivos generales de la cátedra son:

- **Desarrollar habilidades para comprender los conceptos fundamentales de la Química**, como la estructura atómica, las propiedades de la materia, las reacciones químicas y el estudio de los gases, líquidos y sólidos.
- **Aplicar los principios químicos para resolver problemas prácticos** en diferentes contextos, promoviendo el razonamiento lógico y analítico.
- **Fomentar la comprensión de la importancia de la Química en la vida cotidiana**, desde la salud hasta el medio ambiente, y en diversas áreas profesionales y científicas.

2.2. Metodología

Para implementar el cambio y orientar la trayectoria a una aplicación práctica, que plantee desafíos y motive la curiosidad de los estudiantes, desde la cátedra, preparamos diferentes actividades para realizar en el aula, que pueden funcionar como “disparadoras” o en ocasiones “competencias o juegos” que ponen a prueba la comprensión de un tema.

Algunas de las actividades propuestas y puestas en práctica son las siguientes:

- El elemento misterioso [2]: Se les brinda a los alumnos “núcleos” atómicos, que son esferas transparentes que contienen cuentas de colores que representan los protones y neutrones. Los estudiantes deben analizar las partículas de los núcleos y calcular la masa atómica relativa del elemento. (Figura 1.a).
- Clasificación de la materia: Se forman grupos y se les brinda un poster con la clasificación de la materia en sustancias simples, compuestas, mezclas homogéneas o heterogéneas. En ese poster tienen que acomodar diferentes tubos, según su contenido (Figura 1.b).

Fig. 1. a. Análisis de abundancia isotópica de un "elemento incógnita". b. Clasificación de la materia realizada por los alumnos.

- Uniones químicas: En este caso se trabajó con modalidad aula invertida y se planteó un juego de encastre tipo "Lego", con piezas impresas 3D [3], donde los alumnos tienen que armar compuestos iónicos y con bolitas y barras magnéticas uniones covalentes (Figura 2).

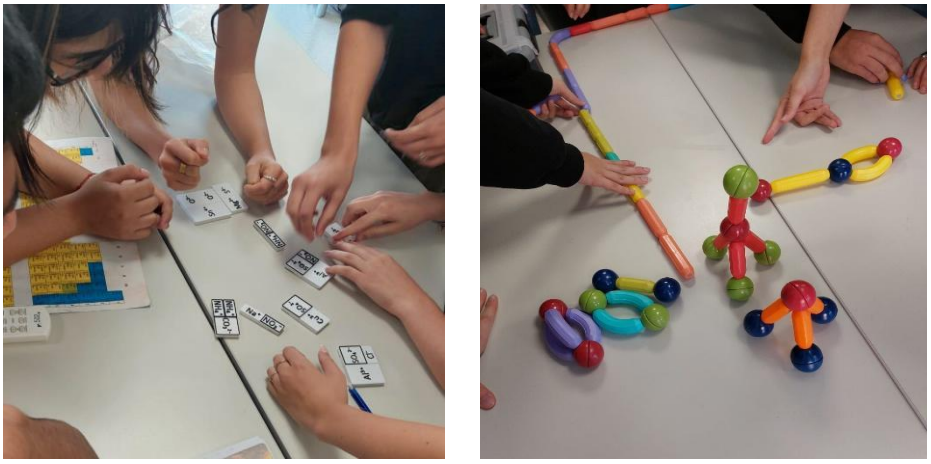


Fig. 2. Armado en equipo de uniones químicas iónicas y covalentes.

El trabajo colaborativo en ciencias es fundamental, aprender ciencia es reconstruir las ideas personales por medio del diálogo con otras personas y otros conocimientos [4]. En las próximas clases, en la segunda parte de este semestre, se comenzará con reacciones químicas, gases, soluciones, equilibrio químico y ácido-base. Para estos temas se realizarán experiencias en el aula, donde los estudiantes a partir de los resultados y las observaciones realizadas en las experiencias plantearán posibles ecuaciones y respuestas a las situaciones planteadas.

3. Resultados

Si bien la estrategia planteada está en proceso de implementación, con lo realizado hasta la fecha, se puede observar el entusiasmo de los alumnos en las clases, mayor nivel de participación y una clara mejora en la comprensión de los temas.

Se realizó una breve encuesta tanto entre el plantel docente como entre los alumnos, los resultados se muestran en la Figura 3.

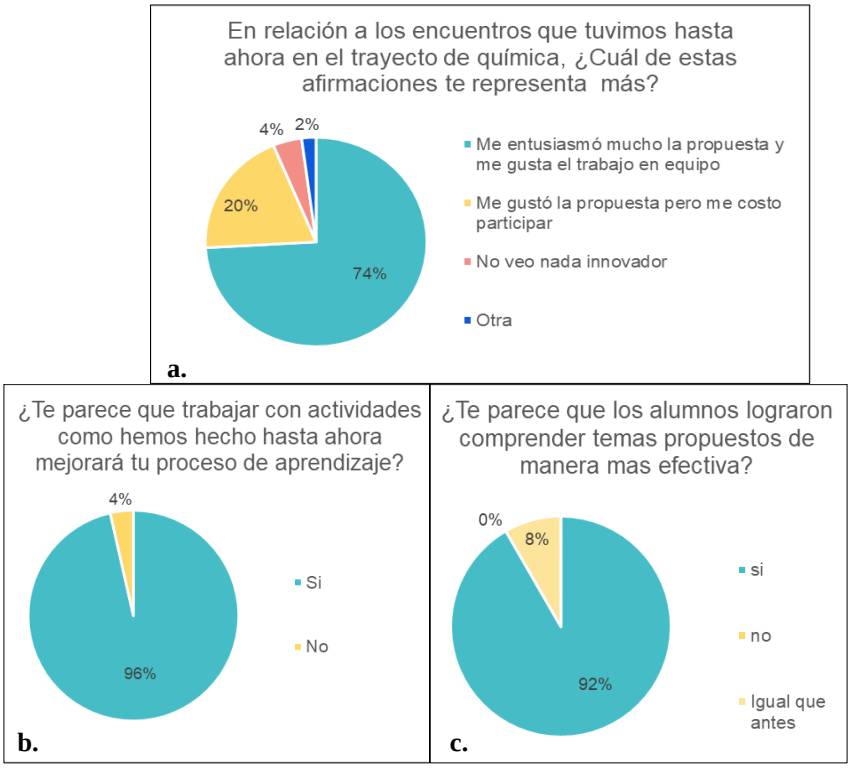


Fig. 3. a y b. Respuestas de los alumnos a la encuesta. c. Respuestas de los docentes a la encuesta.

Tanto los estudiantes como los docentes ven muy positivo el planteo de este tipo de actividades lúdico-educativas, donde "tocar" además de escribir, marca una diferencia en la comprensión de los conceptos, muchos de ellos abstractos, que con esta metodología se vuelven más sencillos de entender.

En la encuesta se preguntó a los alumnos si consideraban que las actividades mejoraban el proceso de aprendizaje, el 96,9% respondió que sí, y agregaron comentarios como "*Me ayuda a internalizar y comprender mejor los conceptos" "Haciendo actividades de este estilo recuerdo mejor la teoría que si solo la estudiara*".

Por otro lado, comparando la primera instancia de evaluación de este año con la del 2024, se observó una mejora en el porcentaje de aprobación, sobre una muestra de alumnos similar. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de notas obtenidas en 2025 respecto de 2024.

1° Instancia de evaluación		
Condición	2024	2025
Nota 0-4	19%	13%
Nota 4-10	83%	87%

De los resultados de la tabla 1, se observó una mejora de un 5% en el rango de notas de 4 a 10, considerado como “Aprobados”.

4. Conclusiones y trabajo futuro

En base a los resultados obtenidos hasta el momento, se observa que la nueva propuesta de la cátedra de química del proceso de admisión fue muy bien aceptada tanto por los alumnos como por el equipo docente en general.

Es un proceso que tiene sus dificultades, porque implica pensar actividades académicas donde el centro de aprendizaje esté en el estudiante, con herramientas concretas que se puedan aplicar y realizar en el aula. La necesidad de una mayor supervisión a los alumnos hace que la implementación de la propuesta en cursos numerosos sea compleja y precise mayor cantidad de docentes.

Si bien volver a “tocar y hacer” las cosas en lugar de verlas a través de una pantalla puede parecer un retroceso, estas nuevas generaciones necesitan volver a entrar en contacto real con los fenómenos físicos y químicos que los rodean a diario en la vida cotidiana y que les despierten curiosidad. No es una competencia con la tecnología, sino un volver a descubrir los “porqué”. Hacerse las preguntas y buscar las respuestas ellos mismos, les trae una satisfacción diferente y afirma un sentimiento de “logro” y seguridad en sí mismos, que no le puede brindar toda la información que pueden obtener de internet o utilizando una IA.

Este trabajo recién comienza, y ya pudimos ver una mejora en el rendimiento de los alumnos. Esperamos ver a futuro mejores resultados luego de aplicar nuevas experiencias en el aula, donde los estudiantes puedan encontrar las respuestas para tener una base sólida que les permita desarrollar sus estudios de grado.

5. Referencias

[1] Rios Sánchez, Noely Giulianna; Robles, Sergi, dir. “Uso de la gamificación en la titulación de Ingeniería de la información: para la motivación educacional de los alumnos”.2016-02-09. (Enginyeria Informàtica) <https://ddd.uab.cat/record/150866>.)
[2] https://www.chemedx.org/activity/elemental-understanding-isotopes
[3] https://www.thingiverse.com/thing:1377130
[4]Couso, Digna., Jiménez Liso, M. R., Refojo, C., & Sacristán, J. A. (2020). *Enseñando Ciencia con Ciencia*. p 14-21.

Más allá de la tecnología: La importancia del docente local en la efectividad de la educación remota y el aprendizaje STEM de calidad

Marcelo Caplan[1], Cesar Mora[2]

[1] Columbia College Chicago
mcaplan1963@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-9493-1652

[2] CICATA Legaria, Instituto Politécnico Nacional
ceml36@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-6607-0429

Resumen. El acceso a una educación de calidad en regiones rurales sigue siendo un desafío, en parte debido a la falta de docentes especializados y recursos pedagógicos adecuados. La educación remota ha surgido como una alternativa viable para reducir esta brecha, combinando sesiones sincrónicas y asincrónicas con apoyo tecnológico. En este contexto, el docente local juega un papel fundamental en la implementación y éxito del modelo. Este estudio analiza el impacto del docente local en el proyecto MicroGrid V3.0, que buscó fortalecer la enseñanza STEM en comunidades rurales mediante un enfoque de educación remota. A través de la medición de indicadores de logro—como la entrega y corrección de tareas, la percepción estudiantil y el grado de apropiación del proyecto por parte de los docentes—se evidenció que el nivel de compromiso del docente local influye directamente en el desempeño estudiantil. Los resultados muestran que en las escuelas donde el docente local participó activamente, los estudiantes completaron más tareas, recibieron mayor retroalimentación y tuvieron una actitud más positiva hacia el aprendizaje. En contraste, cuando la participación del docente fue impuesta por la administración, la apropiación del proyecto fue menor y los resultados menos significativos. Este estudio subraya que la educación remota no solo requiere infraestructura y acceso a tecnología, sino también docentes motivados y capacitados que garanticen su implementación efectiva. El fortalecimiento del rol del docente local es clave para la sostenibilidad y el éxito de futuras iniciativas de educación remota.

Palabras clave: educación remota, docente local, aprendizaje STEM, comunidades rurales, retroalimentación docente.

1. Introducción

El acceso equitativo a una educación de calidad sigue siendo un desafío en muchas regiones rurales de América Latina. A pesar del alto compromiso de los estudiantes en la educación primaria, la deserción escolar en la educación secundaria es alarmante. Entre las razones de este fenómeno se encuentra la escasez de docentes especializados en áreas clave, así como la falta de recursos pedagógicos adecuados [1]. Para abordar esta problemática, la educación remota se presenta como una estrategia innovadora que permite reducir la brecha entre la calidad educativa urbana y rural.

La educación remota facilita el acceso al conocimiento al conectar a estudiantes en comunidades alejadas con instructores especializados, sin la necesidad de que estos últimos estén físicamente presentes. Este modelo se apoya en la interacción entre tres agentes fundamentales: el instructor remoto, el docente local y la institución educativa. El

instructor remoto es un especialista en el área de estudio que imparte clases de forma virtual, mientras que el docente local brinda apoyo en la ejecución del currículo y en la gestión del aula. Por su parte, la institución educativa garantiza la infraestructura tecnológica mínima para la implementación del modelo [2].

El diseño curricular de la educación remota combina sesiones sincrónicas, en las que los estudiantes interactúan en tiempo real con el instructor remoto, y actividades asincrónicas, donde los estudiantes refuerzan su aprendizaje a través de plataformas digitales como Canvas. Este enfoque no solo permite una enseñanza flexible y accesible, sino que también favorece el desarrollo de competencias digitales esenciales para la educación del siglo XXI [3].

A través de la implementación de proyectos basados en aprendizaje activo, como el desarrollo de micro redes eléctricas, los estudiantes rurales pueden adquirir conocimientos en ciencia y tecnología con aplicaciones prácticas en su contexto local. La educación remota, en este sentido, no solo reduce la brecha educativa, sino que también fomenta la participación de las comunidades en la resolución de problemas locales [4].

El papel del docente en entornos rurales es fundamental para garantizar el éxito de cualquier iniciativa educativa, especialmente aquellas relacionadas con STEM. Sin embargo, enfrenta múltiples desafíos, incluyendo la falta de formación especializada, la dificultad de acceso a materiales actualizados y las condiciones laborales adversas [14] En muchos casos, los docentes rurales deben impartir clases en aulas multigrado con escasez de recursos, lo que limita la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje [16]. El docente local desempeña un rol clave al actuar como mediador entre el contenido impartido por instructores remotos y la realidad de los estudiantes. Investigaciones previas han demostrado que cuando los docentes locales reciben capacitación y apoyo en la implementación de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el aprendizaje de los estudiantes mejora significativamente [13].

El presente trabajo expone el modelo de educación remota utilizado en el proyecto MicroGrid V3.0, su implementación en diversas instituciones rurales en América Latina y discutirá los resultados obtenidos en términos de aprendizaje y actitud de los estudiantes hacia la educación STEM y el impacto del docente local en los resultados obtenidos por los estudiantes.

EDUCACIÓN REMOTA: UN MODELO FLEXIBLE PARA LA ENSEÑANZA

La educación remota combina la enseñanza casi-presencial (a través de videoconferencias en vivo) con herramientas virtuales, facilitando el acceso al conocimiento y mejorando la experiencia de aprendizaje. Su implementación se intensificó con la pandemia de COVID-19, cuando las instituciones educativas tuvieron que adaptarse a las restricciones de movilidad [5]. A partir de este contexto, la educación remota evolucionó hacia un modelo más estructurado y planificado, adoptado como una alternativa viable para la enseñanza en distintos entornos [6].

A. Diferencias entre educación remota y la educación a distancia

La educación virtual es un formato de enseñanza que se implementa en respuesta a situaciones de crisis y sin una planificación previa extensa [5]. En cambio, la educación a distancia es un modelo con décadas de existencia, diseñado de manera estructurada para impartir conocimientos fuera del aula [7].

La educación remota, por su parte, integra ambos enfoques combinando la enseñanza presencial con el uso de tecnologías para facilitar el aprendizaje [8]. Esta metodología no solo ofrece flexibilidad, sino que también permite personalizar la enseñanza, optimizando la interacción entre estudiantes y docentes mediante plataformas como Moodle y Zoom [9].

B. Características del modelo remoto

El aprendizaje remoto se caracteriza por su capacidad de superar barreras geográficas y facilitar el acceso a contenidos educativos de calidad [8]. Entre sus principales atributos se encuentran:

- Flexibilidad de ubicación y horario: Permite la enseñanza desde cualquier lugar, beneficiando a quienes tienen dificultades para asistir a clases presenciales [8].
- Uso de tecnología educativa: Herramientas digitales como videoconferencias y plataformas de gestión académica facilitan la continuidad del aprendizaje [6].
- Acceso a recursos digitales: Se amplían las oportunidades de aprendizaje mediante materiales en línea, como artículos, videos y simulaciones [10].
- Innovación pedagógica: La educación remota impulsa metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos y la colaboración digital, enriqueciendo la enseñanza [11].

C. Desafios de la educacion remota

Si bien la educación remota tiene múltiples beneficios, también enfrenta dificultades que deben resolverse para optimizar su efectividad. Los principales desafíos son:

- Brecha digital: No todos los estudiantes cuentan con dispositivos adecuados o acceso a internet estable, lo que limita su participación en el aprendizaje remoto [11].
- Falta de interacción social: La reducción del contacto presencial puede afectar la motivación y el compromiso de los estudiantes, impactando su rendimiento académico [5].
- Dificultades en la adaptación pedagógica: Muchos docentes no han recibido la capacitación necesaria para integrar herramientas digitales en sus prácticas, lo que puede afectar la calidad de la enseñanza [6].
- Desafíos en la motivación estudiantil: La falta de supervisión presencial puede reducir la participación y el interés de los estudiantes en entornos virtuales [9].

D. Estrategias para mejorar la educación remota

Para fortalecer la educación remota y mitigar sus desafíos, es esencial implementar estrategias adecuadas. Algunas de las más relevantes incluyen:

- Acceso a tecnología: Es fundamental garantizar que todos los estudiantes cuenten con dispositivos y conexión a internet. Esto puede lograrse mediante préstamos de equipos o programas de apoyo gubernamental [6].
- Capacitación docente: Los educadores deben recibir formación continua en el uso de herramientas digitales y estrategias pedagógicas innovadoras para optimizar el aprendizaje remoto [5, 9].
- Diseño de aprendizaje multimodal: La combinación de clases casi-presenciales, sesiones virtuales y actividades asincrónicas permite una experiencia de aprendizaje más equilibrada y efectiva [8].

- Enfoque en el aprendizaje activo: La gamificación y el aprendizaje basado en proyectos fomentan la motivación y la participación estudiantil, mejorando la retención del conocimiento [10].
- Apoyo socioemocional: Es importante ofrecer espacios de interacción donde los estudiantes puedan expresar sus inquietudes y recibir orientación emocional para mantener su compromiso con el aprendizaje [5].
- Retroalimentación constante: Proporcionar comentarios frecuentes y personalizados permite a los docentes monitorear el progreso de los estudiantes y ajustar sus estrategias pedagógicas de manera oportuna [10].

La educación remota representa una alternativa flexible y efectiva para mejorar la accesibilidad y calidad del aprendizaje. Sin embargo, para garantizar su éxito a largo plazo, es necesario abordar los desafíos relacionados con la brecha digital, la capacitación docente y la motivación estudiantil. Mediante inversiones en tecnología, formación docente y enfoques pedagógicos innovadores, la educación remota puede consolidarse como un modelo sostenible y equitativo. Si se implementa de manera estratégica, esta metodología tiene el potencial de transformar el acceso a la educación, permitiendo que más estudiantes, independientemente de su ubicación o recursos, puedan beneficiarse de una enseñanza de calidad.

2. El modelo educativo de educación remota: Roles del docente remoto y local

La educación remota es un modelo innovador diseñado para mejorar el acceso al aprendizaje en comunidades rurales, especialmente aquellas con limitaciones en infraestructura y recursos educativos. Su implementación se basa en la combinación de enseñanza sincrónica y asincrónica, utilizando tecnologías digitales para garantizar una instrucción efectiva. Dentro de este modelo, el papel del docente remoto y el docente local es crucial para garantizar el éxito del proceso educativo.

A. El docente remoto: experto y guía pedagógico

El docente remoto es un especialista en el área de conocimiento que imparte la instrucción a través de herramientas digitales. Su rol principal es garantizar la calidad de la enseñanza, asegurando que los estudiantes reciban información precisa y estructurada [12]. Entre sus responsabilidades se encuentran:

- Impartir clases sincrónicas: Utilizando plataformas como Zoom o Moodle, el docente remoto facilita sesiones en vivo, proporcionando explicaciones detalladas sobre los conceptos clave.
- Diseñar materiales educativos: Desarrolla recursos como videos, lecturas y actividades interactivas que los estudiantes pueden utilizar de manera asincrónica.
- Brindar retroalimentación: Evalúa el progreso de los estudiantes mediante pruebas y tareas, ofreciendo orientación para fortalecer su aprendizaje.
- Capacitar al docente local: Su presencia no solo beneficia a los alumnos, sino que también permite el desarrollo profesional del docente local, quien actúa como facilitador del proceso.

El docente remoto cumple un rol fundamental en la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), ya que en muchas comunidades rurales no hay especialistas disponibles en estas áreas. Su labor permite que los estudiantes accedan a conocimientos avanzados sin necesidad de trasladarse a centros urbanos.

B. El docente local: mediador y facilitador del aprendizaje

El docente local es quien está presente físicamente en la comunidad educativa y actúa como un vínculo entre el docente remoto y los estudiantes. Su rol es clave para garantizar que el proceso educativo sea efectivo y contextualizado a la realidad de los alumnos [12]. Sus responsabilidades incluyen:

- Apoyar en la gestión del aula: Organiza el espacio de aprendizaje, asegurando que los estudiantes tengan acceso a los dispositivos y a la conectividad necesaria para participar en las clases remotas.
- Facilitar las actividades asincrónicas: Supervisa la ejecución de tareas y proyectos, asegurando que los estudiantes comprendan las instrucciones dadas por el docente remoto.
- Motivar y acompañar a los estudiantes: Brinda apoyo emocional y pedagógico, fomentando la participación en las sesiones sincrónicas y promoviendo la autonomía en el aprendizaje asincrónico.
- Servir como enlace con la comunidad: Su conocimiento del contexto local le permite adaptar las estrategias pedagógicas y gestionar el acceso a recursos adicionales cuando sea necesario.

El papel del docente local es fundamental para reducir la brecha educativa en comunidades rurales. Su acompañamiento cercano facilita la integración de metodologías innovadoras como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), lo que permite que los estudiantes apliquen sus conocimientos en la resolución de problemas concretos de su entorno.

C. Implementación del modelo educativo

El modelo de educación remota se basa en una estructura flexible que combina:

- Sesiones sincrónicas, dirigidas por el docente remoto a través de videoconferencias, donde se presentan los conceptos fundamentales del curso.
- Actividades asincrónicas, en las que los estudiantes trabajan con materiales digitales en plataformas como Canvas o Moodle, reforzando lo aprendido en las clases en vivo.
- Proyectos prácticos, como la construcción de MicroGrid (redes eléctricas comunitarias), que permiten aplicar los conocimientos adquiridos en un contexto real y relevante.

Este enfoque híbrido permite que los estudiantes de comunidades rurales reciban educación de calidad sin las limitaciones impuestas por la falta de docentes especializados en sus localidades.

3. El impacto del Docente Local en la Educación Remota

Para poder evaluar el impacto del docente local en el contexto de la educación remota, se presentan los resultados de la implementación del proyecto MicroGrid V3.0, parte de una investigación más extensa [12] (Caplan, 2025).

El proyecto MicroGrid V3.0 es la tercera implementación de un modelo de educación remota basado en la colaboración entre un docente remoto y docentes locales. La implementación de la fase MicroGrid V3.0 se llevó a cabo durante el ciclo académico 2024, específicamente entre el 10 de septiembre y el 29 de octubre de dicho año, en el contexto de las asignaturas de Tecnología, Física o áreas afines de las escuelas participantes. La experiencia estuvo dirigida a estudiantes de nivel secundaria, cuya edad oscila aproximadamente entre 12 y 17 años. En términos de recursos humanos, el proyecto contó con la participación de un docente remoto, responsable de la conducción de las sesiones sincrónicas, y 23 docentes locales, quienes brindaron apoyo presencial en cada una de las instituciones participantes. Cabe señalar que cada escuela dispuso de un solo docente local, lo cual, de acuerdo con los resultados obtenidos en las encuestas de salida, generó un mayor grado de motivación y compromiso entre estos agentes, debido a su rol protagónico en el acompañamiento y apoyo a los estudiantes. En cuanto al diseño curricular, las propuestas de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) fueron elaboradas de manera centralizada por el docente remoto, y se implementaron los mismos ejercicios y materiales en todos los centros educativos. No obstante, el análisis cualitativo reveló que la complejidad de algunos ejercicios, junto con la elevada carga de actividades asincrónicas, incidió negativamente en la entrega de trabajos por parte de los estudiantes y en la evaluación oportuna de dichas actividades por algunos docentes locales, situación reportada en las encuestas de salida aplicadas al finalizar el proyecto.

Participaron 23 escuelas en cuatro países – Chile, Colombia, Honduras y México, con 285 estudiantes inscritos. Sin embargo, solo 17 escuelas finalizaron el proyecto con 258 estudiantes. Los puntajes promedio en las pruebas de contenido aumentaron de 7.61 a 12.37, con un impacto estadístico significativo ($d = 0.894$).

De los 165 estudiantes que completaron el pretest y postest, el 62% mostró mejoras significativas. Además, las actitudes hacia STEM mejoraron en un 55% de los estudiantes, incrementando su interés en matemáticas e ingeniería.

Para ver el impacto del docente local en los resultados de sus estudiantes se definieron y midieron en la investigación los indicadores de logos. Los indicadores de logros son métricas utilizadas para evaluar el desempeño de los docentes locales. Durante la investigación, se recopilaron los siguientes indicadores:

- Promedio del número de tareas entregadas por escuela: Refleja la cantidad de actividades asincrónicas completadas por los estudiantes. Se estableció un total de 19 tareas a entregar.
- Promedio de impresiones de los estudiantes sobre el curso: Evaluado mediante un cuestionario de salida, donde los estudiantes calificaron el curso en una escala de 0 a 10.
- Tareas corregidas por el docente local: Indica la cantidad de tareas en las que el docente local proporcionó retroalimentación a los estudiantes.
- Deseo de ser un docente local en otra oportunidad: Se preguntó a los docentes locales si les gustaría repetir la experiencia, calificando en una escala de 0 a 10.
- Decisión de ser docente local en el proyecto: Indica si el docente se ofreció voluntariamente o fue asignado por la administración de su institución

4. Análisis de los Indicadores de Logros

El análisis de los indicadores muestra que el docente local es clave en el éxito del proyecto MicroGrid V3.0. Su rol incluye facilitar las actividades asincrónicas, esenciales para que los estudiantes asimilen el contenido antes de avanzar. Además, al proporcionar retroalimentación, refuerza la importancia del curso y motiva a los estudiantes a completar más tareas.

La Tabla 1 presenta los resultados de los indicadores de logros y su impacto en que se produzca un cambio significativo en los estudiantes de sus clases.

Tabla 1.- Resultados de los Indicadores de Logros por escuela

Escuela	Cambio Sign.	Promedio Tareas Entregadas	Promedio Impresion de los estudiantes	Tareas corregidas por el instructor	Deseo de ser instructor remoto nuevamente	Participar en una entrevista	Eleccion del docente para participar
Actipan	SI	10.46	6.41	Todas	10	si	si
Biffi Lasalle	SI	9.79	8.13	Casitodas	10	si	si
Carranza	NO	6.27	8.18	Algunas	9	si	si
Cienaga	NO	2.56	NA	Casitodas	9	si	si
Coyotera	NO	13.57	7	Ninguna	5	si	no
El Pajar	NO	4	7.6	Algunas	8	no	no
Guarita (Hon)	SI	10.1	7.4	Casitodas	10	no	si
Hincada	NO	3.6	NA	Casitodas	10	si	NA
IED Gomez	SI	11.8	8.5	Todas	10	si	si
Instituto Lasalle	SI	10.9	9.3	Casitodas	10	si	si
La Huerta	SI	2.1	8	Todas	10	si	no
Pastoria	NO	0	7.16	Ninguna	9	no	no
S.I. Chiapas	NO	0	6.15	No Respondio	No Respondio	No Respondio	No Respondio
San Jose (HON)	NO	0.6	7.89	Ninguna	2	si	si
Santa Cruz	NO	7	NA	Ninguna	No Respondio	No Respondio	No Respondio
U de Peques	SI	7.78	8.81	Algunas	10	si	si
Virreyes	SI	18.9	8	Algunas	5	si	no

La Tabla 2 compara las escuelas con cambios significativos en su población estudiantil y aquellas que no lo han tenido, destacando las diferencias en los indicadores de logro.

Tabla 2.- Indicadores de logros y su impacto en el cambio significativo

Cambio Significativo	Promedio Tareas Entregadas	Promedio Impresión de los estudiantes	Tareas corregidas por el instructor	Deseo de ser instructor remoto nuevamente	Elección del docente para participar
Si	10.23	8.07	3.125	9.375	75%
No	4.17	7.3	1.75	7.42	33%

El análisis de los datos permite identificar cómo distintos indicadores reflejan el nivel de éxito del proyecto en las escuelas con y sin cambios significativos. Cada uno de estos indicadores ofrece información clave sobre la influencia del docente local en el proceso educativo.

- Entrega de tareas: La cantidad de tareas completadas es mayor en las escuelas con cambios positivos, lo que indica que los estudiantes en estos centros tuvieron un mejor acceso a la plataforma, mayor organización del tiempo para actividades asincrónicas y recibieron mejor tutoría del docente local.
- Percepción de los estudiantes: Aunque en ambos grupos los estudiantes valoran el proyecto, en las escuelas con mejoras significativas la impresión es más positiva. Esto sugiere que la calidad de implementación influye en cómo los estudiantes perciben el programa, posiblemente debido a una mejor orientación y acompañamiento.
- Corrección de tareas por el docente local: Las escuelas con cambios positivos presentan un mayor número de tareas corregidas, lo que evidencia una retroalimentación más constante. Esto indica que los estudiantes reciben refuerzos positivos y mayor seguimiento, reforzando la importancia del trabajo realizado y fomentando su participación en las actividades.
- Deseo de continuar como docente local: En las escuelas con impacto significativo, la mayoría de los docentes expresaron un fuerte deseo de continuar en el rol, mientras que en las otras escuelas hubo menos interés. Esto demuestra que el compromiso del docente con el proyecto es un factor determinante para su éxito.
- Elección del docente para participar en el proyecto: En las escuelas con impacto positivo, la mayoría de los docentes decidieron participar voluntariamente, mientras que, en las escuelas sin cambios significativos, la mayoría fue asignada por la administración. Esto sugiere que la motivación personal influye en la apropiación del proyecto y en su éxito dentro del aula.
- Ejecución del proyecto en el currículo: La menor cantidad de postest en las escuelas sin cambios significativos indica que los docentes locales no integraron el proyecto al plan de estudios ni utilizaron sus resultados en la evaluación del semestre, reflejando una implementación deficiente.

5. Limitaciones del Estudio

El estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse para futuras implementaciones. Entre ellas:

- **Dificultades de conectividad:** La calidad del acceso a internet varió entre las escuelas, afectando la participación en sesiones sincrónicas.

- **Variabilidad en el compromiso docente:** No todos los docentes locales participaron con la misma intensidad, lo que impactó en los resultados de aprendizaje.
- **Muestra no aleatorizada:** La selección de participantes estuvo sujeta a la disponibilidad de escuelas interesadas, lo que limita la generalización de los hallazgos.

6. Conclusiones

El docente local es el eje central de la educación remota, y su nivel de compromiso define el éxito de cualquier iniciativa en este modelo. Los datos del proyecto MicroGrid V3.0 evidencian que cuando el docente asume un rol activo, facilita la realización de actividades asincrónicas, provee retroalimentación constante y motiva a los estudiantes, se generan mejoras significativas en el aprendizaje. Por el contrario, en las escuelas donde el docente no se apropió del proyecto—ya sea por falta de interés o porque su participación fue impuesta—los resultados fueron limitados, afectando tanto el desempeño estudiantil como la integración del programa en el currículo.

Más allá del acceso a recursos tecnológicos, la figura del docente local es el factor determinante para la implementación efectiva del proyecto. Su compromiso no solo impulsa la participación estudiantil, sino que también refuerza la sostenibilidad del modelo educativo en el tiempo.

A pesar de los desafíos logísticos y tecnológicos, los resultados muestran que el impacto del proyecto está directamente ligado a la actitud y preparación del docente. En este sentido, garantizar su formación y motivación no es solo una necesidad, sino una condición esencial para que la educación remota pueda transformar verdaderamente la enseñanza y el aprendizaje en las escuelas rurales

Agradecimientos

Este proyecto no habría sido posible sin la colaboración de todos los docentes, estudiantes y administradores de las instituciones educativas, quienes, con su dedicación y esfuerzo, hicieron realidad esta iniciativa.

Asimismo, agradezco profundamente a CITACA-Legaria del Instituto Politécnico Nacional de México por brindarme la oportunidad no solo de aprender, sino también de implementar un proyecto que siempre ha sido uno de mis sueños más preciados, y que hoy es una realidad.

Un agradecimiento especial a mis directores de tesis, el Dr. César Eduardo Mora Ley y la Dra. María del Pilar Suárez Rodríguez, por su apoyo incondicional durante el diseño e implementación de este proyecto.

7. Referencias

[1] Ghimire, B. (2022). Blended learning in rural and remote schools: Challenges and opportunities. International Journal of Technology in Education (IJTE), 5(1), 88-96. https://doi.org/10.46328/ijte.215

[2] Caplan, M. (2024, June). Remote Learning: A Means to Advance Educational Equity in Isolated or Rural Regions. Paper presented at 2024 ASEE Annual Conference & Exposition, Portland, Oregon. https://10.18260/1-2--47939

[3] Chu, S., Reynolds, R., Tavares, N., Notari, M., & Lee, C. (2017). 21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2481-8_4

[4] Suri, D., et al. (2020). Designing Microgrids for Rural Communities: A Practitioner Focused Mini-Review. IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering. https://doi.org/10.1109/EEEIC/ICPSEurope49358.2020.9160555

[5] Leech, N. L., Gullett, S., Cummings, M. H., & Haug, C. A. (2022). The challenges of remote K–12 education during the COVID-19 pandemic: Differences by grade level. Online Learning, 26(1), 245–267. https://doi.org/10.24059/olj.v26i1.2609

[6] Muñoz-Najar, A., Gilberto, A., Hasan, A., Cobo, C., Azevedo, J. P., & Akmal, M. (2021). Remote learning during COVID-19: Lessons from today, principles for tomorrow. The World Bank. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1684-2

[7] Daniela, L., & Visvizi, A. (2022). Remote learning in times of pandemic. Routledge, London New York. https://www.researchgate.net/publication/355966318_Introduction_Remote_learning_as_a_mode_of_distance_learning

[8] Viñas, M. (2021). Retos y posibilidades de la educación híbrida en tiempos de pandemia. Plurentes, 11. https://revistas.unlp.edu.ar/PLR/article/view/12780/11503

[9] Salvador, V. L. G. (2016). Docentes de asignaturas en línea de cursos híbridos: Adhesión, cambio de paradigma y capacitación [Tesis doctoral, Universidad de Barcelona].

[10] Goodell, J., & Kessler, A. (2020). The science of remote learning. https://deansforimpact.org/wp-content/uploads/2016/12/The_Science_of_Learning.pdf

[11] Billmayer, J., From, J., Lindberg, J. O., & Pettersson, F. (2020). Editorial: Remote teaching to ensure equal access to education in rural schools. Education in the North, 27(2), 1–6. https://doi.org/10.26203/h6z0-a321

[12] Caplan, M. (2025). From Pilot to Practice: Expanding Remote STEM Education Across Remote Communities. Paper accepted for the 2025 ASEE Annual Conference. Montreal, Canada.

[13] Almulla, M. (2020). Project-based learning in STEM education: Challenges and opportunities. International Journal of STEM Education, 7(1), 15-25.

[14] Beckman, M. (2020). Teachers in rural education: Challenges and strategies for effective teaching. Journal of Educational Research, 35(2), 120-135.

[15] Caplan, M. (2025). Mejorando el aprendizaje de los conceptos físicos energía solar y conversión a electricidad a través de la metodología ABP con el enfoque STEM en comunidades rurales y/o remotas. Tesis de maestría, CICATA-Legaria, Instituto Politécnico Nacional.

[16] Flores Cuevas, R., Vásquez Martínez, C., & Campos López, J. (2021). Digital resources in rural education: Access and use by teachers. Education and Technology Review, 29(4), 275-290.

El futuro de la educación científica en América Latina: tecnologías emergentes y formación docente

Susana Jiménez-Sánchez[1], Fabián Rojas Ramírez[2], Giselle Ñurinda Montoya[2], Kendal Ruiz Benavides[2]

[1] Vicedecanato del CIDE. Universidad Nacional (Costa Rica)
susana.jimenez.sanchez@una.ac.cr

[2] División de Educología del CIDE. Universidad Nacional (Costa Rica)
fabian.rojas.ramirez@una.ac.cr; giselle.nurinda.montoya@una.ac.cr; kendall.ruiz.benavides@una.ac.cr

Resumen. Este estudio realiza una revisión sistemática sobre el futuro de la educación científica en América Latina, con el propósito de analizar la incidencia de las tecnologías emergentes en la formación del profesorado de ciencias. En la revisión se abordan investigaciones recientes que incorporan inteligencia artificial, realidad aumentada y virtual, laboratorios remotos y plataformas adaptativas en entornos educativos, destacando su potencial para transformar la enseñanza de las ciencias y el desarrollo de competencias digitales y pedagógicas. Si bien se han logrado avances en la integración de estas tecnologías, se evidencia que aún persisten desafíos relacionados con la infraestructura, la capacitación docente y las políticas educativas, lo que limita su implementación de manera efectiva. Asimismo, los hallazgos denotan la necesidad de fortalecer la formación inicial y continua de las personas docentes mediante programas integrales, además de fomentar la cooperación regional para abordar estos retos. De este modo, el estudio contribuye a la generación de conocimiento al ofrecer recomendaciones para diseñar estrategias y políticas que impulsen una enseñanza científica transformadora, accesible y equitativa, atinentes a las necesidades del entorno actual y futuro.

Palabras clave: Educación científica; Tecnologías emergentes; Formación docente; Transformación educativa; América Latina.

1. Introducción

Esta revisión sistemática analiza el futuro de la educación científica en América Latina y el impacto de las tecnologías emergentes en la formación docente. Las tecnologías han transformado la educación superior, impulsando modelos de enseñanza que exigen nuevas competencias docentes [1].

El estudio se fundamenta en el conocimiento actual y trabajos previos que han explorado la integración de innovaciones tecnológicas en la enseñanza de las ciencias y la formación docente. Por esta razón, la formación inicial del docente debe orientarse en un enfoque integral y constructivista, en el uso de tecnologías, promoviendo así la

comprensión clara del rol que cumple el profesorado en el proceso educativo y en la alfabetización digital [1].

Asimismo, la formación continua y el intercambio de mejores prácticas ayudan a los docentes a integrar la tecnología y optimizar la enseñanza de las ciencias [2]. La visión integradora de esta investigación, resalta que el futuro de la educación científica en la región está inextricablemente ligado a la formación y el desarrollo continuo de las personas docentes en el ámbito de las tecnologías emergentes.

Se pretende, por tanto, no solo identificar las tendencias emergentes en tecnología educativa, sino también ofrecer un análisis crítico de cómo estos avances pueden ser incorporados en los programas de formación docente para potenciar la enseñanza de las ciencias en contextos latinoamericanos.

Por otra parte, estudios recientes han evidenciado que, si bien la región enfrenta desafíos en infraestructura, acceso y equidad educativa, existen iniciativas pioneras que integran herramientas como la inteligencia artificial, la realidad aumentada y virtual, y los laboratorios remotos para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje [3], [4].

Asimismo, aunque se han realizado aportaciones significativas en el diseño y la implementación de plataformas digitales y entornos de simulación en el aula, se destaca una brecha importante en la capacitación de docentes para el uso pedagógico de estas tecnologías [5].

Este estudio aspira a responder a la pregunta: ¿Cuál será el futuro de la educación científica en América Latina?, enfatizando que dicho futuro está íntimamente ligado a la formación y actualización del profesorado, así como a la integración de tecnologías emergentes que potencien el desarrollo de metodologías educativas innovadoras y adaptativas para el estudiantado.

2. Contenido

Esta revisión sistemática tuvo como objetivos: comprender el futuro de la educación científica en América Latina y examinar el impacto de las tecnologías emergentes en la formación inicial y continua del profesorado. Se analizaron estudios recientes sobre el uso de estas tecnologías en la enseñanza de las ciencias, su influencia en competencias digitales y pedagógicas, avances y brechas en su integración, y recomendaciones para fortalecer la formación docente.

Para alcanzar estos objetivos, se empleó una revisión sistemática con las siguientes fases:

1. Selección de bases de datos y fuentes de información:

Se consultaron diversas bases de datos académicas de alto impacto, tales como Scopus, Web of Science, ERIC y Google Scholar, para asegurar la inclusión de estudios internacionales y regionales. Además, se revisaron informes de organismos internacionales y documentos de políticas públicas en educación científica.

2. Criterios de inclusión y exclusión:

- Inclusión: Se consideraron artículos, revisiones y reportes publicados en los últimos diez años que abordaran el uso de tecnologías emergentes en la enseñanza de

las ciencias y la formación docente en América Latina. Se dio prioridad a trabajos que incluyeran análisis empíricos y estudios de caso en contextos educativos diversos.

- Exclusión: Se descartaron publicaciones que no contaran con revisión por pares, aquellos que se centraran en áreas no relacionadas con la educación científica o que presentaran datos no contextualizados a la realidad latinoamericana.

3. Proceso de selección y análisis:

Se siguió un protocolo basado en las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que incluyó las fases de identificación, selección, elegibilidad e inclusión de estudios. Las publicaciones seleccionadas fueron sometidas a un análisis crítico en el que se extrajeron datos relevantes sobre:

- Las tecnologías emergentes aplicadas en el ámbito de la educación científica.
- El impacto de dichas tecnologías en la formación y el desarrollo de competencias en las personas docentes.
- Los desafíos y barreras identificados para la integración tecnológica en contextos educativos.
- Las propuestas y líneas de acción sugeridas por los estudios para avanzar en la transformación de la enseñanza de las ciencias.

4. Análisis de la información:

Los datos obtenidos se organizaron en categorías temáticas que permitieron sintetizar los hallazgos y realizar un análisis comparativo. Este análisis se orientó a identificar patrones, tendencias y discrepancias entre las diferentes propuestas y experiencias reportadas en la literatura, ofreciendo una visión integral y prospectiva sobre el futuro de la educación científica en América Latina.

Esta metodología permitió consolidar un marco teórico y empírico robusto que sustenta la discusión de cómo la integración de tecnologías emergentes puede transformar la formación del profesorado y, en consecuencia, la calidad de la educación científica en la región.

Tabla 1. Clasificación metodológica de fuentes académicas sobre educación y tecnología.

Referencia	Tipo de Estudio	Justificación Detallada
[1]	Teórico	Basado principalmente en **revisión de literatura** y **discusión conceptual** sobre el estado actual y futuro de las competencias digitales docentes, sin recolección de datos primarios.
[2]	Empírico	Adopta un **enfoque metodológico mixto**, utilizando **entrevistas semiestructuradas** y un **cuestionario** para recolectar datos cualitativos y cuantitativos de 15 docentes. Presenta resultados numéricos y análisis de percepciones docentes.
[3]	Empírico	Informe basado en el **análisis de datos secundarios** provenientes de las **pruebas PISA 2022**. Presenta resultados cuantitativos (puntajes, rankings, porcentajes de desempeño) derivados directamente de estos datos.

[4]	Empírico	Describe el diseño, implementación y evaluación de un sistema tecnológico mediante **seis estudios de usuario** con estudiantes. Recolectó datos a través de **encuestas** post-experimento para medir el impacto en el interés y la percepción de los estudiantes.
[5]	Empírico	Estudio que **recolectó y analizó datos primarios** de profesores y estudiantes mediante **cuestionarios, grupos focales y observaciones de clase** para evaluar la competencia digital docente.
[6]	Teórico	Artículo que presenta una **discusión de ideas, propuestas y revisión de tendencias** sobre IA en educación. Utiliza datos existentes como contexto, pero no reporta análisis de datos primarios recolectados para este trabajo.
[7]	Empírico	Presenta **resultados cuantitativos específicos** (porcentajes) sobre la efectividad percibida, motivación y dificultades técnicas experimentadas por estudiantes al usar simulaciones de RV, indicando recolección y análisis de datos primarios.
[8]	Empírico	Artículo que reporta resultados de un proyecto específico ("Prográmate"). Presenta **análisis de datos originales**, incluyendo mejora en puntajes de pruebas y hallazgos de **grupos focales y entrevistas estructuradas** con participantes.
[9]	Empírico	Incluye fases de **identificación de necesidades (cuestionario)**, **entrevistas** a expertos, **implementación** del módulo diseñado y **validación mediante grupo focal** con docentes participantes, demostrando recolección y análisis de datos empíricos.
[10]	Teórico	Capítulo de libro enfocado en la exploración de escenarios futuros ("futuros posibles") y el impacto potencial de tecnologías emergentes, basado principalmente en **revisión de literatura y discusión conceptual**.
[11]	Teórico	Documento técnico que **sintetiza tendencias** a partir de la **revisión de literatura** y el análisis de **ocho estudios de caso** preexistentes. Su objetivo es conceptualizar patrones comunes, no presentar datos primarios de los casos.
[12]	Empírico	Es un **estudio empírico de tipo cualitativo, sustentado en el paradigma interpretativo, con un diseño fenomenológico**, donde se recolectan datos mediante **entrevistas a expertos y grupos focales** para comprender y proponer orientaciones estratégicas sobre la integración de tecnologías emergentes en la formación docente.

[13]	Empírico	Estudio que **recolectó y analizó datos** de 73 instituciones de 14 países de la región respecto a la transformación digital en la educación superior, con representatividad mayoritaria de Brasil (53 %), Colombia (14 %) y México (8 %) en la muestra. Los datos fueron aportados por los líderes institucionales encargados de la estrategia de transformación digital en cada institución.

3. Los resultados

3.1. Tendencias emergentes en educación científica y formación docente

La revisión sistemática evidencia que diversas herramientas tecnológicas se están implementando en contextos educativos latinoamericanos. Entre las principales tendencias destacan:

a) *Inteligencia Artificial (IA)*: Estudios recientes sugieren que la IA se está utilizando para crear sistemas adaptativos que personalizan los procesos de enseñanza y aprendizaje, y para desarrollar asistentes virtuales que facilitan la planificación pedagógica [6]. Estas aplicaciones permiten al profesorado obtener datos relevantes sobre el desempeño del estudiantado y, de esta manera, ajustar estrategias de enseñanza de forma oportuna [12].

b) *Realidad Aumentada y Virtual (RA/RV)*: La integración de RA/RV en la educación científica ha propiciado entornos inmersivos que permiten explorar fenómenos complejos de forma interactiva, aumentando la motivación y la comprensión del estudiantado. Investigaciones han demostrado que el uso de estas tecnologías mejora la visualización y el entendimiento de conceptos abstractos [7].

c) *Laboratorios Remotos y Simuladores*: La adopción de laboratorios remotos y simuladores ha sido fundamental para superar las limitaciones de infraestructura en diversas instituciones. Estas herramientas permiten a las personas docentes y al estudiantado realizar experimentos en tiempo real, lo que resulta especialmente valioso en contextos con recursos limitados [4].

d) *Plataformas Adaptativas y Analítica de Datos*: Las plataformas que utilizan algoritmos para ajustar contenidos de manera personalizada están emergiendo como una estrategia eficaz para mejorar el aprendizaje. La analítica de datos generada por estas herramientas ofrece al profesorado la posibilidad de identificar patrones de rendimiento y adaptar sus intervenciones pedagógicas de forma precisa [6], [12].

3.2. Impacto en la Formación del Profesorado

El análisis de la literatura muestra que la integración de estas tecnologías tiene un impacto directo en la formación del profesorado. Entre los hallazgos destacan:

a) *Desarrollo de Competencias Digitales*: La incorporación de tecnologías como la IA y las plataformas adaptativas demanda el fortalecimiento de competencias digitales en las personas docentes. Tanto la formación inicial como la capacitación continua

deben incluir módulos específicos para el uso crítico y pedagógico de estas herramientas [6], [9].

b) *Innovación en Metodologías Pedagógicas*: La adopción de entornos inmersivos y laboratorios remotos está impulsando una transformación en las metodologías de enseñanza. Este cambio favorece la transición de un modelo tradicional a uno que promueva el aprendizaje activo, colaborativo y centrado en el estudiantado [7], [10], [11].

c) *Retos en Infraestructura y Soporte Técnico*: A pesar del potencial transformador de estas tecnologías, su impacto en la formación del profesorado se ve condicionado por la disponibilidad de infraestructura adecuada y el soporte técnico necesario para su implementación. La falta de recursos puede limitar significativamente la adopción y el aprovechamiento de estas herramientas [3].

3.3 Los desafíos y barreras identificados para la integración tecnológica en contextos educativos

El estado del arte, basado en la revisión de la literatura, revela importantes contribuciones, pero también destaca brechas que requieren atención:

a) *Variabilidad en la Capacitación del Profesorado*: Se identifica una marcada disparidad en el nivel de competencias digitales entre las personas docentes, particularmente en las ciencias naturales en educación media [9], [12] y superior [5], [13]. La literatura subraya la necesidad de implementar programas formativos integrales que consideren la diversidad de contextos y niveles de experiencia del profesorado [3], [11].

b) *Limitaciones en Infraestructura Tecnológica*: A pesar de los avances, muchas instituciones continúan enfrentando desafíos relacionados con la conectividad y el acceso a dispositivos modernos, lo que restringe el alcance y la efectividad de las tecnologías emergentes en el aula [4].

c) *Falta de Integración Curricular*: Aunque se han desarrollado proyectos piloto exitosos, la incorporación sistemática de estas tecnologías en los currículos de formación docente sigue siendo incipiente [1]. Esta brecha destaca la necesidad de políticas educativas que impulsen la integración curricular de la tecnología educativa [8], [11].

d) *Madurez Digital*: La madurez digital de las instituciones de educación superior en América Latina y el Caribe muestra una brecha significativa: aunque el 76 % de las personas líderes institucionales considera que la enseñanza en línea y digital es esencial para el futuro de sus instituciones, solo el 25 % evalúa su nivel de madurez digital como “muy alta” [13]. Esta discrepancia pone de manifiesto un desfase entre la prioridad estratégica asignada a la transformación digital y las capacidades reales disponibles.

3.4 Propuestas para avanzar en la transformación de la enseñanza de las ciencias

El análisis comparativo de los estudios revisados permite identificar diversas líneas de acción que pueden contribuir a cerrar las brechas detectadas:

a) *Fortalecimiento de la Capacitación Continua*: Es esencial diseñar y ejecutar programas de formación que integren módulos específicos sobre competencias digitales y el uso pedagógico de tecnologías emergentes. Esta formación debe adaptarse a las

diversas realidades del profesorado y promover tanto la formación inicial como la profesionalización continua [6], [11], [13].

b) *Inversión en Infraestructura y Soporte Técnico*: Se recomienda priorizar la dotación de recursos tecnológicos en las instituciones educativas, garantizando conectividad de calidad y acceso a equipos modernos, además de establecer sistemas de soporte técnico permanente para las personas docentes [3], [13].

c) *Desarrollo de Modelos Curriculares Integrados*: Es necesario promover la actualización de los planes de estudio en las carreras de formación docente, incorporando asignaturas y prácticas que permitan el manejo crítico y pedagógico de las tecnologías emergentes, así como la creación de comunidades de práctica que impulsen la innovación educativa [8], [11].

d) *Fomento de la Investigación y Colaboración Regional*: Se insta a la creación de redes y foros de colaboración entre personas profesionales de la educación, investigadores y responsables de políticas públicas. Esto facilitará el intercambio de experiencias y buenas prácticas, y promoverá la generación de conocimiento colaborativo para avanzar en la integración de la tecnología en la educación científica [4], [13].

4 Conclusiones

Esta revisión muestra que el futuro de la educación científica en América Latina dependerá en gran medida de la integración de tecnologías emergentes. Sin embargo, el papel clave seguirá recayendo en las personas docentes, quienes son el corazón de la innovación educativa. La incorporación de IA, RV/RA, laboratorios remotos, plataformas adaptativas y big data puede transformar la enseñanza de las ciencias, haciéndola más interactiva, personalizada y basada en evidencia. Estas herramientas pueden subsanar deficiencias históricas, como la falta de laboratorios o la enseñanza homogénea.

No obstante, esta revisión deja en evidencia que la formación y el apoyo a las personas docentes son fundamentales para aprovechar al máximo los beneficios de las tecnologías emergentes. Un aspecto común en las experiencias analizadas es que, cuando el profesorado recibe una capacitación adecuada y acompañamiento técnico-pedagógico, la adopción de la tecnología es mucho más exitosa. Por el contrario, la falta de preparación o compromiso puede llevar a que incluso las herramientas más avanzadas sean subutilizadas o, en el peor de los casos, generen resistencia y frustración.

A futuro, hay oportunidades y desafíos. Entre las oportunidades, destaca la posibilidad de construir entornos de aprendizaje en ciencias mucho más atractivos y efectivos: clases donde el estudiantado explora mundos virtuales, donde realice experimentos en laboratorios remotos, recibiendo tutorías personalizadas por IA y participando de manera autónoma en su propio proceso de aprendizaje. Esto podría traducirse en un aumento del interés por las carreras científicas, una mejor comprensión de conceptos abstractos y una reducción de las brechas de aprendizaje [9].

Para las personas docentes, las tecnologías emergentes pueden significar un incremento de diversas herramientas para evaluar y mejorar su práctica, por ejemplo,

sistemas de feedback automatizado que analicen sus estrategias didácticas y al liberarlos de tareas repetitivas, permitiéndoles enfocarse en la asesoría y motivación hacia el estudiantado [10], [12].

Para ello, es clave reducir las brechas tecnológicas en centros educativos y comunidades. Tales como, conectividad limitada o nula, carencia de acceso a dispositivos modernos, así como infraestructura eléctrica deficiente. Si estos aspectos no se abordan, la introducción de tecnologías educativas podría ampliar la desigualdad entre escuelas urbanas bien dotadas y escuelas rurales o de contextos vulnerables.

Es prioritario que las políticas públicas garanticen la inversión sostenida en infraestructura tecnológica básica (acceso a Internet de banda ancha, dotación de computadoras, dispositivos de RA/RV, entre otras), para todos los centros educativos. Asimismo, las políticas educativas y las iniciativas exitosas descritas en esta revisión (pilotos con IA, RA/RV o plataformas adaptativas) suelen abarcar decenas o centenares de instituciones de educación, pero el gran reto es cómo llevar esas innovaciones a miles de instituciones en diversos países, manteniendo su eficacia.

Por ende, los gobiernos y organismos educativos deben formular estrategias de expansión y acompañamiento: por ejemplo, estableciendo centros de soporte técnico-pedagógico para docentes (mesas de ayuda, comunidades de práctica en línea), generando contenidos localmente relevantes (en español y lenguas locales, contextualizados a los currículos nacionales) y adaptando normativas que integren estas tecnologías de manera flexible en la enseñanza.

Es clave la alfabetización digital del estudiantado y profesorado desde su formación inicial. La creación de programas nacionales de formación docente en tecnologías emergentes, así como la inclusión de estos contenidos en los currículos de las facultades de educación, resultan pasos estratégicos hacia ese fin. Además, las autoridades educativas deben contemplar incentivos y reconocimiento para las personas docentes que se capaciten y apliquen innovaciones, de forma que la cultura docente valore la experimentación pedagógica informada en tecnología.

La equidad emerge como un principio transversal que debe guiar el futuro de la formación docente en ciencias con tecnología. Es fundamental asegurar que ningún docente quede rezagado en la era digital. Esto implica llevar las capacitaciones a todas las regiones (apoyándose incluso en modalidades en línea para llegar a docentes geográficamente distantes), y atender a grupos específicos como docentes de zonas rurales, de escuelas indígenas, o docentes de mayor edad que podrían requerir enfoques diferenciados para desarrollar competencias digitales.

Como reflexión final, la educación científica en América Latina se encuentra en una encrucijada entre la tradición y la innovación. Los principales hallazgos de esta revisión indican que las tecnologías emergentes, bien empleadas, pueden catalizar mejoras sustanciales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, pero su efectividad dependerá en gran medida de cómo se integren en la formación docente. Lograr ese equilibrio demandará liderazgo, inversión y colaboración a nivel regional.

Hacia adelante, se espera que los programas de formación docente incorporen cada vez más componentes de tecnología educativa, no solo como herramientas, sino como objetos de reflexión pedagógica. Y, si América Latina consigue sortear las brechas tecnológicas y consolidar políticas formativas inclusivas, el resultado será una nueva generación de docentes de ciencias empoderados tecnológicamente y estudiantes mejor preparados para los desafíos científicos del mañana.

5 Referencias

[1] S. Jiménez, F. Rojas, y G. Ñurinda, «Competencias digitales en la formación docente: Comprendiendo el presente para pensar en el futuro,» en *Innovación docente e investigación en educación y ciencias sociales: Nuevas tendencias para el cambio en la enseñanza superior*, M. del M. Molero Jurado, M. del M. Simón Márquez, Á. Martos Martínez, M. del C. Pérez Fuentes, y M. Sisto, Eds. Dykinson, 2023, pp. 213–224. [En línea]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=955518. [Último acceso: 14 03 2025]

[2] R. M. Luna Jara y M. G. Ambuludi Espinosa, «Integración de la tecnología en la enseñanza de las ciencias naturales,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8, no. 3, pp. 8261–8278, 2024. [En línea]. Available: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12006. [Último acceso: 10 03 2025]

[3] E. Arias, M. S. Bos, C. Giambruno, y P. Zoido, «América Latina y el Caribe en PISA 2022: ¿cómo le fue a la región?,» *Inter-American Development Bank*, 2023. [En línea]. Available: https://doi.org/10.18235/0005318. [Último acceso: 10 03 2025]

[4] P. V. Baudin, R. E. Sacksteder, J. N. Sánchez, D. Balán, M. Imaz, et al., «Cloud-controlled microscopy enables remote project-based biology education in underserved Latinx communities,» *Heliyon*, vol. 8, no. 11, e11596, Nov. 2022. [En línea]. Available https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11596. [Último acceso: 10 03 2025]

[5] I. Leitón Elizondo, J. Mora Brenes, y M. Núñez Víquez, «Análisis de la competencia digital docente de profesores y estudiantes en formación pedagógica en las áreas disciplinarias de Física, Química y Biología de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Costa Rica, 2020,» *Informe final de seminario de graduación*, Universidad Nacional de Costa Rica, 2021. [En línea]. Available: https://repositorio.una.ac.cr/items/e82c096e-950c-416b-9286-a3eda6bd7b04. [Último acceso: 12 03 2025]

[6] J. Saavedra, C. Cobo, E. Di Gropello, E. Molina, H. Rovner, y A. Twinomugisha, «Educating for the (present and) future: Using Artificial Intelligence (AI) to address the learning crisis,» *Blog del Banco Mundial*, 22-Jul-2024. [En línea]. Available: https://blogs.worldbank.org/en/latinamerica/artificial-intelligence-to-address-the-learning-crisis. [Último acceso: 10 03 2025]

[7] L. I. Borja Mora, L. K. Borja Mora, J. C. León Sinche, y C. J. Bustamante Caldas, «Aplicación de realidad virtual para simulaciones educativas en estudiantes de tercer nivel,» *Revista InveCom*, vol. 5, no. 1, pp. 205–223, 2025. [En línea]. Available: https://doi.org/10.5281/zenodo.11389875. [Último acceso: 10 03 2025]

[8] S. D'Angelo, J. D. Barón, y P. P. Polanco Santos, «Teachers and technology—together—improve student learning,» *Blog del Banco Mundial*, 15-Mar-2023. [En línea]. Available: https://blogs.worldbank.org/en/latinamerica/teachers-and-technology-together-improve-student-learning. [Último acceso: 10 03 2025]

[9] D. Arias, G. González, y W. Kwan, «Diseño de un módulo virtual de aprendizaje autónomo que potencie la competencia digital docente para la mediación pedagógico-tecnológica de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación media de Costa Rica en 2021-2022,» *Trabajo final de graduación*, Universidad Nacional de Costa Rica, 2023. [En línea]. Available https://repositorio.una.ac.cr/items/e28a078c-917b-41fe-ad07-5f272fc00da4. [Último acceso: 12 03 2025]

[10] S. Jiménez, F. Rojas, y G. Ñurinda, «Las tecnologías emergentes y la transformación de la educación superior: Futuros posibles,» en *Innovación docente e investigación en educación: Nuevas tendencias para el cambio en la enseñanza superior*, Á. Martos Martínez, M. del M. Simón Márquez, J. J. Gázquez Linares, P. Molina Moreno, y S. Fernández Gea, Eds. Dykinson, 2023, pp. 449–459. [En línea]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=954312. [Último acceso: 14 03 2025]
[11] J. Navarro & A. Verdisco, «Teacher training in Latin America: Innovations and trends,» *Inter-American Development Bank, Sustainable Development Department, Education Unit, Technical Paper Series*, no. 114, 2011. [En línea]. Available: https://doi.org/10.18235/0008798. [Último acceso: 10 03 2025]
[12] D. Jones Porras, F. Morales Campos, and J. Ugalde Ruiz, "Tendencias en la integración de tecnologías para el fortalecimiento de las competencias digitales en la formación docente de Ciencias con miras al 2035," *Informe final de tesis de licenciatura*, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 2024. [En línea]. Available: https://repositorio.una.ac.cr/items/df7686e9-86e6-4cb6-8194-300711e7a6a4 [Último acceso: 12 03 2025]
[13] HolonIQ and Inter-American Development Bank, Higher Education Digital Transformation in Latin America and the Caribbean, 2022. [Online]. Available: https://publications.iadb.org/en/higher-education-digital-transformation-latin-america-and-caribbean

Validación multilingüe asistida por IA de actividades STE(A)M alineadas con la equidad de género y los ODS

Javier Portillo-Berasaluce, Naiara Bilbao-Quintana, Aitziber Sagastizabal, Arantzazu López de la Serna

Departamento de Didáctica y Organización Escolar

Universidad del País Vasco (UPV/EHU)
javier.portillo@ehu.eus; naiara.bilbao@ehu.eus; aitziber.sagastizabal@ehu.eus; arantzazu.lopez@ehu.eus

Resumen. Este artículo presenta la solución que se está adoptando en el proyecto STEAMbrace, financiado por la Unión Europea, para lograr la producción de actividades STEAM orientadas a jóvenes entre 11 y 18 años. El reto consiste en coordinar el co-diseño de sesenta actividades STEAM en ocho idiomas diferentes y entre más de cincuenta agentes europeos de forma que se asegure el cumplimiento de los requisitos mínimos que se han identificado, relacionados con competencias a desarrollar por el alumnado, cuestiones de equidad de género y cumplimiento de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La solución desarrollada consiste en la elaboración de una rúbrica con veinte indicadores y tres niveles de cumplimiento en cada uno de ellos y el empleo de un asistente de Inteligencia Artificial (IA) para asistir a los agentes y validar cada una de las actividades diseñadas.

Palabras clave: IA, STEM, STEAM, rúbrica, ODS, brecha de género

1. Introducción

Europa avanza hacia una economía verde y digital [1], lo que ha disparado la demanda de habilidades STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) [2]. Para preparar al alumnado ante estos desafíos, se han lanzado múltiples iniciativas. Sin embargo, las mujeres siguen estando subrepresentadas en estos campos, con escaso reconocimiento y acceso desigual. Sin una intervención específica, corren el riesgo de quedarse atrás.

Para enfrentar este reto, el proyecto STEAMbrace ha creado la Semana STEAM de la UE, que se celebrará anualmente tras el 11 de febrero, en honor al Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. Este evento pretende situar a las niñas en la agenda europea STEAM mediante actividades piloto en zonas urbanas y rurales. El compromiso incluye que al menos el 50% de participantes y organizadores sean mujeres, promoviendo entornos donde las niñas puedan liderar y crear.

Las actividades deben centrarse en la competencia STE(A)M, no solo en STEM. La integración de las artes es clave, ya que potencia la creatividad, el pensamiento divergente y atrae especialmente a las niñas, que suelen mostrar mayor interés por las artes que por las ciencias o las matemáticas [3][4]. Este enfoque pedagógico no solo es efectivo, sino también una herramienta estratégica para reducir la brecha de género en ciencia y tecnología.

El artículo detalla la solución ideada para asegurar el cumplimiento formal de todos los requisitos del proyecto STEAMBrace en las actividades diseñadas colaborativamente entre agentes de toda Europa para la semana STEAM. Tras la introducción y la descripción del proyecto, se expone el marco conceptual del instrumento de evaluación, seguido de los resultados, incluyendo el diseño del instrumento y la integración del asistente de IA. Se cierra el artículo con una reflexión sobre sus implicaciones y propuestas futuras.

2. Contenido

El proyecto STEAMbrace ha realizado un diagnóstico de las tendencias y carencias de la educación STEAM en Europa y sus hallazgos han quedado reflejados en los documentos entregados a la Comisión Europea. La base teórica del diagnóstico se constituyó a partir de una revisión bibliográfica documentada en el *Deliverable* 3.1 (D3.1) [5]. Por otro lado, el estado actual de la cuestión se ha capturado mediante un cuestionario realizado a 3.556 estudiantes de 7 países, cuyos resultados se recogen en el documento *Deliverable* 3.3 (D3.3) [6]. El análisis conjunto de estos resultados, se recogen en el *Deliverable* 3.4 (D3.4) [7] y arroja directrices que guían las siguientes etapas del proyecto.

En este contexto, se denominan “actividades STEAMbrace” a aquellas actividades diseñadas intencionadamente para abordar las deficiencias específicas en la educación STEAM identificadas en Europa. Estas actividades se clasifican en dos categorías: curriculares, presentadas en el *Deliverable* 3.6 (D3.6) [8], y extracurriculares, descritas en el *Deliverable* 3.7 (D3.7) [9].

Durante esta primera fase, los/as propios/as participantes del proyecto diseñaron las actividades, integrando de forma intuitiva las características ideales que surgieron del diagnóstico. Aunque las primeras propuestas se elaboraron siguiendo un enfoque metodológico unificado y utilizando una plantilla estandarizada, aún no se habían implementado mecanismos formales que aseguraran que cada actividad se ajustara plenamente a los principios y objetivos del marco conceptual del proyecto.

2.1. Objetivos

El vacío formal mencionado se convirtió en un desafío crucial durante la planificación de la Semana STEAM, programada para febrero de 2026. En este evento se debía coordinar la creación de 60 actividades STEAM en colaboración con más de 50 agentes, incluyendo centros educativos, museos y entidades científicas, y en ocho idiomas diferentes.

En este contexto, el presente artículo se propone alcanzar los siguientes objetivos de investigación:

1. Desarrollar un marco teórico que integre los principios de las Competencias Clave, la Agenda 2030 y la Competencia Global, con el objetivo de hacer hincapié en las transferencias que se esperan a partir de la interacción con la metodología STEAM, construyendo un instrumento que evalúe la generación de actividades con dicho objetivo.
2. Elaborar una rúbrica de evaluación que traduzca dicho marco en criterios e indicadores observables y medibles, facilitando tanto la evaluación como el diseño de actividades educativas alineadas con los principios del proyecto.
3. Integrar la rúbrica en un asistente de inteligencia artificial con el objetivo de acompañar a una red diversa de agentes en el diseño colaborativo de actividades STEAMbrace, asegurando la coherencia, calidad y adaptabilidad del proceso.

2.2. Justificación del instrumento

Ante la necesidad de establecer una base fundamentada en la evidencia que permitiera unificar criterios y facilitar su uso por parte de todos/as los/as agentes implicados/as, se decidió elaborar una rúbrica. Como señalan Paul y Elder [10], las rúbricas son una herramienta esencial, ya que posibilitan la evaluación a partir de criterios específicos y estándares claramente definidos. Además, incluyen escalas de calificación con descripciones precisas de los diferentes niveles de logro.

Estas rúbricas, además de aportar transparencia al proceso de enseñanza-aprendizaje, se consideran instrumentos que favorecen la formación orientada a competencias [11]. En este sentido, y dado que la Comisión Europea [12] estableció un marco de Competencias Clave para el aprendizaje permanente, identificando ocho competencias esenciales que los países miembros de la Unión Europea deben fomentar e integrar en sus sistemas educativos, las rúbricas se presentan como la herramienta idónea para evaluar su desarrollo y adquisición.

En este marco, considerando que el enfoque STEAM emerge como una respuesta a los desafíos complejos del siglo XXI [3] y que la evidencia científica respalda su carácter integrador, resulta fundamental que las actividades desarrolladas en el marco de STEAMbrace se orienten al desarrollo de la competencia STEAM. Esto implica superar la visión limitada a la competencia STEM, tal como se formula en el Marco Europeo de Competencias Clave para el Aprendizaje Permanente [12], e incorporar una perspectiva más holística e interdisciplinar que contemple tanto el pensamiento convergente como el divergente.

La competencia STEAM se sustenta en la combinación de dos competencias clave del Marco Europeo: STEM y la competencia relativa a la conciencia y expresión culturales. Como respuesta educativa a los retos actuales, tiene un papel estratégico en la formación de ciudadanía crítica y se alinea con la Agenda 2030. En este marco, contribuye al desarrollo de los ODS 4 (educación de calidad), 5 (igualdad de género) y 10 (reducción de las desigualdades), promoviendo un aprendizaje interdisciplinar, significativo y orientado a resolver problemas reales [13]. Respecto a la calidad educativa (ODS4), STEAM utiliza enfoques didácticos que invitan al alumnado a

examinar, interpretar, comprender y comunicar activamente su entorno, favoreciendo un aprendizaje profundo y reflexivo [14]. En cuanto a la igualdad de género (ODS5), este enfoque pedagógico promueve la creación de espacios y competencias para hombres y mujeres, poniendo especial énfasis en potenciar la participación de las mujeres en áreas de conocimiento tradicionalmente menos representadas [15]. Por último, en lo que respecta a la reducción de las desigualdades (ODS10), STEAM genera oportunidades formativas mediante la provisión de recursos y programas específicos para niñas y mujeres, permitiendo asimismo que el profesorado identifique y fomente el talento científico [16].

En consonancia con este planteamiento, y siguiendo la lógica del Aprendizaje por Competencias, se plantea una meta aún más ambiciosa: el desarrollo de la Competencia Global. En el actual contexto de cambio e incertidumbre, esta competencia se entiende como la capacidad de las personas para analizar e interpretar los problemas del mundo desde una mirada informada, crítica y comprometida con la acción. Para ello, resulta indispensable fomentar la participación activa de los futuros ciudadanos y ciudadanas en comunidades diversas, así como promover valores fundamentales como el respeto, la sostenibilidad y la justicia social [17].

Por ende, la rúbrica desarrollada como instrumento de evaluación, permite valorar la esencia de las actividades STEAM, garantizando que contribuyan al desarrollo de la Competencia Clave STEAM, alienada tanto con los desafíos propuestos por la Agenda 2030 como con la formación de la Competencia Global. Además, la integración de dichos factores en el 'STEAMBrace Tester' representa una contribución significativa al debate sobre políticas educativas. Esta herramienta, al evaluar actividades STEAM bajo estos criterios, se alinea con las demandas contemporáneas de inclusión y calidad educativa, abriendo la puerta a futuras investigaciones que profundicen en el impacto de esta integración en el aprendizaje del alumnado y en la formulación de estrategias educativas más equitativas.

3. Los resultados

3.1. Diseño del instrumento: rúbrica

La mencionada contextualización ha supuesto, por tanto, el marco conceptual que ha guiado el diseño y la elaboración del instrumento de evaluación, integrando referentes teóricos clave para garantizar su validez y aplicabilidad en el contexto de la evaluación de actividades STEAM. En la fig. 1 se sintetizan los principales elementos que conforman dicho marco.

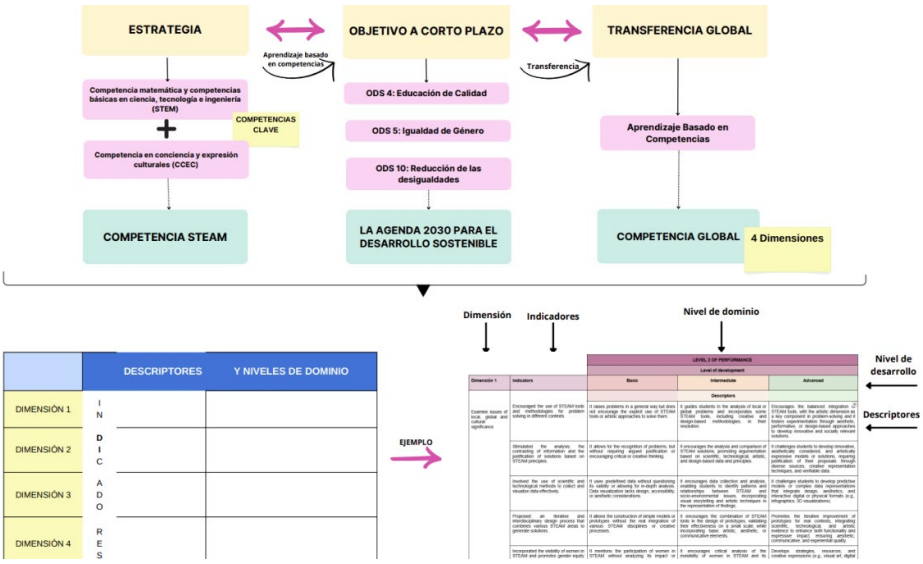


Fig.1. Marco conceptual de los elementos integrados en el instrumento.

A partir de la convergencia entre el enfoque STEAM, los Objetivos de Desarrollo Sostenible priorizados (ODS 4, 5 y 10) y la Competencia Global, se establecieron las dimensiones fundamentales que debía incluir la rúbrica. Estas dimensiones se basan en los elementos constitutivos de la Competencia Global, considerada como la meta a largo plazo que se pretende alcanzar mediante la puesta en práctica de la competencia STEAM. Esta última, en un horizonte más inmediato, se orienta a abordar problemáticas concretas vinculadas con los ODS seleccionados. En este sentido, la rúbrica permite evaluar hasta qué punto una actividad STEAM fomenta, de manera efectiva, el desarrollo de competencias clave para formar una ciudadanía global, preparada para enfrentar desafíos tanto locales como globales.

Para ello, se diseñaron indicadores específicos tomando como referencia tres pilares principales: los principios pedagógicos del enfoque STEAM, los desafíos educativos derivados de los ODS 4, 5 y 10, y los marcos conceptuales asociados a las distintas dimensiones de la Competencia Global. La redacción de estos indicadores se llevó a cabo utilizando un lenguaje claro, preciso y funcional, con el objetivo de facilitar su implementación práctica en la evaluación de actividades STEAM. De esta forma, se

asegura la coherencia entre los elementos previamente mencionados y el instrumento evaluativo.

Además, se diseñó una escala de valoración destinada a identificar el grado de presencia o desarrollo de cada indicador en las actividades evaluadas. Esta herramienta no solo facilita una interpretación más rigurosa de los resultados, sino que también orienta posibles ajustes o mejoras en las propuestas STEAM. En conjunto, proporciona un recurso valioso para evaluar hasta qué punto una actividad impulsa el desarrollo gradual de la competencia STEAM y, al mismo tiempo, favorece el progreso hacia la Competencia Global. La composición del instrumento creado se presenta detallada a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Composición del instrumento de evaluación de actividades STEAMbrace

Apartados	Explicación
Nivel de dominio	Se determina un nivel de dominio según la edad del público objetivo, por lo que, en este caso, se clasifica como nivel de desarrollo 2, al estar el proyecto orientado a estudiantes de Educación Secundaria y superior (12-18 años).
Dimensiones	Hacen referencia a las cuatro dimensiones que componen la Competencia Global. Además, facilitan la categorización de los indicadores de manera que aborden las características específicas de cada una de ellas.
Indicadores	Detallan los parámetros asociados a cada dimensión, con una distribución equilibrada de indicadores; 5 por dimensión, en total 20.
Nivel de desarrollo	Se han definido tres grados de desarrollo, inspirados en las competencias establecidas por el marco europeo, correspondientes a los niveles básico, intermedio y avanzado.
Descriptores	Establecen la evolución de cada indicador, lo que permite medir y calibrar la calidad de la actividad.

3.2. Asistente de IA

La aplicación de una rúbrica tan completa como la descrita en el apartado anterior por parte de personas no integrantes del proyecto, con diferentes perfiles y para realizar actividades en diferentes idiomas requiere de asistencia. Buscando asegurar la calidad de las actividades resultantes y el cumplimiento de los requisitos establecidos en el tiempo limitado del que se disponía, se decidió integrar la rúbrica y la plantilla para las actividades STEAMbrace en un asistente de IA. Las características de los modelos LLM permiten abordar funcionalidades como entendimiento y producción de textos de lenguaje natural en varios idiomas, aplicación de la rúbrica y plantilla a cualquier propuesta de actividad, obtención del exacto grado de cumplimiento de cada indicador, así como propuestas inmediatas de mejoras en cualquiera de las partes de la actividad.

Se ha optado por configurar un GPT (Generative Pre-trained Transformer) de OpenAI al que se ha denominado ‘STEAMBrace Tester’ [18]. Este modelo, inicialmente preentrenado con una gran cantidad de datos generales, se ha refinado mediante un proceso de *prompt engineering* especializándolo en la evaluación de actividades STEAM. Es decir, se ha incorporado la rúbrica de evaluación, así como instrucciones para la interacción con el usuario. Esta estrategia permite al asistente identificar de manera más precisa qué aspectos mejorar y proporcionar recomendaciones relevantes en varios idiomas.

El asistente emplea un *prompt* especializado en analizar los archivos de actividad que el usuario proporciona, comparándolos tanto con plantillas preestablecidas como con el instrumento de evaluación descrito en este artículo. Gracias a este enfoque, es posible identificar aspectos ausentes o mejorables y ofrecer recomendaciones precisas para optimizar el contenido. Así, mediante un proceso meticuloso y estructurado, se abarca desde la verificación inicial de la actividad hasta el análisis detallado de los elementos discutidos en el artículo. El resultado es un informe completo, que incluye tablas y sugerencias puntuales, y que puede ser utilizado directamente por docentes y evaluadores/as para mejorar y validar actividades educativas.

La herramienta está disponible públicamente a través de la plataforma ChatGPT de OpenAI. Cualquier persona interesada puede acceder al asistente 'STEAMBrace Tester' [18] creando una cuenta gratuita en dicha plataforma, sin necesidad de permisos adicionales ni coste alguno. De esta manera, se garantiza su uso abierto por parte de docentes, evaluadores/as y otros agentes educativos.

No obstante, es importante destacar que este asistente se concibe como una herramienta complementaria. Por ello, tanto las plantillas como el instrumento de evaluación se ponen a disposición de forma independiente, permitiendo que los usuarios puedan evaluar y trabajar en sus actividades sin depender exclusivamente del asistente. De este modo, el uso de la IA se enriquece con el juicio crítico humano, el cual tiene la capacidad de detectar posibles sesgos o limitaciones en las respuestas del sistema y ajustarlas a las necesidades específicas de cada caso, asegurando así un proceso de mejora continua y equilibrado. Tal como sugiere su nombre, este "asistente" está diseñado para potenciar el proceso creativo al identificar áreas susceptibles de mejora y señalar aspectos que podrían pasar inadvertidos en un análisis puramente automatizado.

4. Conclusiones y trabajos futuros

El desarrollo del instrumento de evaluación integrado en el asistente de inteligencia artificial 'STEAMbrace Tester' [18] representa un avance relevante tanto a nivel teórico como práctico. Teóricamente, se contribuye al campo STEAM al operacionalizar esta competencia mediante una rúbrica alineada con marcos internacionales (Agenda 2030, Competencias Clave, Competencia Global), lo que refuerza su valor educativo y permite su aplicación en contextos diversos. Desde el punto de vista práctico, el asistente facilita la evaluación de actividades STEAM en entornos multilingües y diversos, sin requerir formación experta. Su uso democratiza el acceso a estándares de calidad educativa y apoya a diferentes agentes (docentes, museos, centros educativos).

Si bien aún no se ha recogido feedback formal de los usuarios, en la fase actual del proyecto STEAMbrace se estima la validación de 60 actividades mediante el 'STEAMBrace Tester' [18]. Por lo tanto, como siguiente paso, se recabarán y se analizarán, cuantitativa y cualitativamente, las percepciones de los usuarios del asistente mediante diez *focus groups*. Todo ello permitirá mejorar la rúbrica y la herramienta. Finalmente, este enfoque no solo contribuirá a optimizar la herramienta, sino que también abre la puerta a futuras investigaciones sobre la relación entre el

diseño de actividades STEAM y el aprendizaje del alumnado, avanzando hacia un sistema de evaluación más completo y basado en evidencias.

5. Reconocimientos

Financiado por la Unión Europea - Proyecto STEAMBrace del Consejo Europeo de Innovación - Acuerdo de subvención n.º 101132652. Sin embargo, las opiniones y puntos de vista expresados son únicamente los del autor o autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o del Consejo Europeo de Innovación. Ni la Unión Europea ni la autoridad otorgante pueden ser consideradas responsables de ellos.

6. Referencias

[1] Maucorps, A., Römisch, R., Schwab, T. y Vujanović, N. (2023). The Impact of the Green and Digital Transition on Regional Cohesion in Europe. *Intereconomics, 58* (2), 102-110. https://doi.org/10.2478/ie-2023-0021

[2] Black, S.E., Muller, C., Spitz-Oener, A., He, Z., Hung, K. y Warren, J.R. (2021). The importance of STEM: High school knowledge, skills and occupations in an era of growing inequality. *Research Policy, 50*. https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104249

[3] Aguilera, D. y Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, *11*(7), 331. https://doi.org/10.3390/educsci11070331

[4] Gavari-Starkie, E., Espinoza-Gutierrez, P.T. y Lucini-Baquero, C. (2022). Sustainability through STEM and STEAM Education Creating Links with the Land for the Improvement of the Rural World. *Land*, *11*(10), 1869. https://doi.org/10.3390/land11101869

[5] Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (30 de abril de 2024). *D3.1 Description of STE(A)M trends in education systems in Europe*. STEAMbrace. Accesible en: https://steambraceproject.eu/wp-content/uploads/2025/02/STEAMbrace_WP3_D3.1_v2_FINAL.pdf

[6] Asociación de Investigación de la Industria del juguete Conexas y Afines (30 de junio de 2024). *D3.3 Database for e-survey to STE(A)M students.* STEAMbrace. https://steambraceproject.eu/wp-content/uploads/2025/02/STEAMBRACE_WP3_D3.3_20240630_D33_Database-for-e-survey-to-STEAM-students_v1.xlsx

[7] Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (31 de julio de 2024). *D3.4 Current STEAM landscape in academic curricula of 11-18 yo students*. STEAMbrace. https://steambraceproject.eu/wp-content/uploads/2025/02/STEAMbrace_WP3_D3.4_v3-FIN.pdf

[8] Provincia portuguesa da congregacao dos irmaos Maristas (24 de diciembre de 2024). D3.6 Manual to implement the adapted STEAM trainings in schools. STEAMbrace. https://steambraceproject.eu/wp-content/uploads/2025/02/STEAMBRACE_WP3_D3.6_Manual-to-implement-the-adapted-STEAM-trainings-in-schools_v0.pdf

[9] Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (31 de diciembre de 2024). *D3.7 Procedures for extracurricular STEAM training activities*. STEAMbrace. https://steambraceproject.eu/wp-content/uploads/2025/02/STEAMbrace_WP3_D3.7_Procedures_FINAL.pdf

[10] Paul, R. y Elder, L. (2005). *Una Guía Para los Educadores en los Estándares de Competencia para el Pensamiento Crítico*. Fundación para el Pensamiento Crítico.

[11] Velasco-Martinez, L. C. y Tojar-Hurtado, J. C. (2019). Transparency in evaluation through the use of rubrics in university subjects. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences, 6*(1), 154–164. https://doi.org/10.18844/prosoc.v6i1.4166

[12] Comisión Europea, 2006. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962

[13] Li, J. (2024). Effective Strategies for Interdisciplinary Integration in STEAM Curriculum Design. *Transactions on Social Science, Education and Humanities Research*, *8*, 99-105. https://doi.org/10.62051/gvesha87

[14] Zuñiga-Tinizaray, F. S., y Marin, V. I. (2024). Estrategias Educativas STEM-STEAM en Nivel Superior: Revisión Sistemática de Literatura. *ESPACIOS*, *45*(04), 16-30. https://doi.org/10.48082/espacios-a24v45n04p02

[15] Juvera, J. y Hernández López, S. (2021). STEAM en la infancia y brecha de género. Una propuesta para al educación no formal. Revista Internacional de Educación y Aprendizaje, 9 (1), 9-25. https://edulab.es/revEDU/article/view/2712/1656

[16] Río Zarco, S.A. (2022). La educación STEAM transformó los sueños profesionales de los estudiantes de Río Zarco. UNICEF. Recuperado de: https://www.unicef.org/elsalvador/historias/educacion-steam-transformo-suenos-profesionales-de-estudiantes?utm_source=chatgpt.com

[17] PISA (2018). https://www.educacionfpydeportes.gob.es/dam/jcr:df1f4128-5a8f-46f2-b0c4-498f3eb16698/PISA%202018%20Marco%20Competencia%20Global%20(Digital).pdf

[18] Weblearner (2025). ChatGPT (versión del 03 de abril) [Tester for STEAMbrace activities]. https://chatgpt.com/g/g-67ee36916ff48191893f9cb32e0d845e-creator-of-steambrace-activities

La implementación del método STEAM en la enseñanza de la Química Aplicada

Graciela Valente[1], Rebeca Purpora[1]

[1] Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
graciela.valente@ingenieria.uncuyo.edu.ar; rebeca.purpora@ingenieria.uncuyo.edu.ar

Resumen. La implementación del método STEAM en la enseñanza de la química para la ingeniería civil pretende ser una estrategia efectiva para enriquecer el aprendizaje de los estudiantes. Un enfoque multidisciplinario facilita la comprensión de conceptos químicos fundamentales facultando a los estudiantes, aplicar estos conocimientos en contextos prácticos y reales. Este enfoque promueve el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración, habilidades esenciales en el campo de la ingeniería civil. Los estudiantes no solo aprenden sobre la química de los materiales de construcción, sino que también desarrollan competencias en el uso de tecnologías modernas y en la resolución de problemas complejos.

Palabras clave: Química. Competencias. Método STEAM. Ingeniería.

1. Introducción

El proceso de globalización no solo es la integración global de la economía, los avances tecnológicos, el cambiante universo laboral, la optimización de los métodos y el mejor uso de los recursos, "el know-how", requieren cada vez más de profesionales altamente calificados. En este sentido, la sociedad ha sido objeto de cambios que impactan directamente en el sistema educativo. Los roles que juegan en la actualidad todos los actores sociales se han reestructurado dramáticamente. La mirada desde una sociedad regional a una global requiere la consideración de dichos impactos.

La universidad, como ámbito indiscutible de formación, tiene la responsabilidad de asumir los retos que plantea la competitividad y no solo desde lo productivo sino también desde las innovaciones tecnológicas, la formación de capital humano calificado, la investigación y el desarrollo. La formación integral de las personas contribuye de manera indiscutible en la construcción de una sociedad de conocimiento.

Por otra parte, la universidad debe consolidarse como una fuente esencial de oportunidades de formación continua y de movilidad social, debiendo además velar por la calidad y la pertinencia de la oferta educativa, generando planes de estudio para la formación académica, en investigación y en desarrollo que impacten sobre la capacidad competitiva de los estudiantes, permitiendo la inserción exitosa de los mismos en el ámbito laboral.

El desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación, la expansión de las relaciones e intercambios internacionales al interior de las sociedades y el impacto de investigaciones científicas, suponen un replanteo en términos educativos no solo de los contenidos, también de los procedimientos y estrategias utilizadas, de los alcances del perfil del profesional que se pretende. Los procesos de enseñanza y de aprendizaje, por tanto, deben conformarse en torno al propio estudiante, tomando en cuenta sus capacidades, sus competencias y el mecanismo empleado para desarrollarlas y/o alcanzarlas.

La ingeniería, a su vez, cumple un rol fundamental en el desarrollo de la humanidad. Es una disciplina cuyo objetivo principal es encontrar solución a los problemas de diferente índole que aquejan a las sociedades, a partir de los conocimientos científicos y de la aplicación de los desarrollos tecnológicos que implican el análisis, el diseño y la producción de herramientas y equipamiento, la aplicación, el control y el seguimiento de las técnicas, de los procesos y sistemas productivos, haciendo un buen uso de los recursos naturales y en avenencia con el ambiente.

El cambio de paradigma que implica un aprendizaje centrado en el estudiante involucra hacer una revisión de la propia práctica docente. Uno de los principales retos para iniciarse en esta ardua tarea implica conocer a los estudiantes en cuanto a sus características, preferencias y hábitos de estudio, resultando de importancia seleccionar una mediación pedagógica adecuada.

La formación por competencias propone mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Si bien incorporarlo como práctica docente no es una tarea sencilla, requiere contar con sólidos conocimientos que permitan acercar posiciones entre una experiencia en el ámbito universitario y la práctica de la profesión. Tarea aún más compleja cuando se trata de espacios curriculares que se dictan en los primeros años y que resultan ser menos específicos en términos de la terminalidad de las carreras.

El elemento central para desarrollar competencias pasa por la motivación, articulación e integración de los saberes conocer, hacer y ser, en un determinado contexto [1]. En el Modelo de Formación por Competencias prevalece el diseño de las situaciones de integración y de evaluación formativa que permitan aprender como visualizar los recursos aprendidos en situaciones complejas [2].

Se puede sistematizar y explicitar una situación de integración, a través de una Secuencia Didáctica, desde un enfoque socioformativo mediante tres componentes fundamentales: formulación de la competencia a partir del análisis de problemas; construcción de criterios y planeación de evidencias [3].

La importancia de las Ciencias Básicas consiste en comenzar a tributar en la adquisición de las competencias propias de la carrera desde su propia realidad, desde la resolución de problemas sencillos hasta proyectos en donde las situaciones adquieran mayor complejidad, permitiendo a los estudiantes gestionar su propio aprendizaje. En este sentido, los equipos docentes de los primeros años de carreras que involucran el estudio de las Ciencias Básicas (Física, Matemática, Química) tienen un enorme desafío, cambiar la percepción que los estudiantes tienen de estas disciplinas y terminar con la idea de que son complicadas y aburridas, mostrando el camino hacia una experiencia fantástica. Por supuesto, para lograr este cometido es necesario conocer las características del estudiante actual, sus preferencias, sus hábitos de estudio, motivación, situación personal, entre otras.

La enseñanza de las Ciencias Básicas debe enfocarse a conocer los fenómenos y procesos reales, en los que está involucrada la enseñanza de esta, con el objeto de mejorar la comprensión por parte de los alumnos de su relevancia y de esta forma optimar el proceso de aprendizaje de nuevos conocimientos [4].

En este sentido, Química Aplicada, un espacio curricular situado en el segundo año del trayecto académico de la carrera Ingeniería Civil, busca innovar tanto en la metodología como en el abordaje de los contenidos, aplicando actividades basadas en la resolución de problemas, en proyectos, en análisis de casos que conecten la disciplina con la tecnología, el ambiente y la sociedad, propiciando el trabajo autónomo del estudiante, pero también en equipo para desarrollar competencias sociales, políticas y actitudinales. Es una realidad, que resulta imprescindible realizar acciones en las que confluyan el desarrollo de los contenidos con las preferencias de los estudiantes, haciendo uso de herramientas digitales, aprendizaje por simulaciones, buen uso de la Inteligencia Artificial, actividades lúdicas, entre otras.

En este escenario de transformación educativa, el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) emerge como una propuesta integradora que busca conectar saberes disciplinares con habilidades transversales, favoreciendo un aprendizaje significativo, contextualizado y colaborativo. Su aplicación en carreras como Ingeniería Civil permite no solo abordar contenidos científicos desde una perspectiva práctica, sino también potenciar la creatividad, la comunicación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos. La inclusión de componentes artísticos y tecnológicos en la enseñanza de las ciencias básicas aporta nuevas formas de representar, explicar y aplicar el conocimiento, haciendo del aprendizaje una experiencia más dinámica y cercana a los desafíos reales del ejercicio profesional.

La propuesta actual se funda en el hecho de considerar que un ingeniero debe contar con un importante bagaje de conocimientos específicos y generales, poseer manejo de lenguajes formales, comprender las transformaciones permanentes de la materia, sus cambios de energía, estructura, propiedades y su relación con el entorno, contribuyendo a una sólida formación que redundará en beneficios para la sociedad. Debe ser capaz de aplicar los conocimientos de las ciencias exactas, físicas y naturales, tecnológicas e instrumentales para desarrollar habilidades lógico-matemáticas, capacidad de análisis y síntesis que les proporcione un pensamiento crítico propiciando un aprendizaje autónomo y la suficiencia para abordar la resolución de problemas de índole científico-tecnológico en relación a la especialidad.

El enfoque STEAM permite abordar el conocimiento de forma holística, potenciar competencias cognitivas, tecnológicas, de manipulación, comunicación, colaboración y formación de estudiantes de forma integral [5].

2. Objetivos

2.1 General

Implementar el método STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en el tratamiento de los contenidos que forman parte de los trabajos prácticos de laboratorio, considerando que este enfoque innovador busca fomentar un aprendizaje más integral y dinámico, preparando a nuestros estudiantes para los desafíos del mundo actual.

2.2 Objetivos particulares

Diseñar actividades que despierten el interés de los estudiantes de ingeniería por la química y sus posibles aplicaciones en contextos propios de la especialidad.

Incorporar metodologías donde los estudiantes participen de forma activa en propuestas, diseño y experimentación de actividades de laboratorio, permitiendo integrar herramientas tradicionales y tecnológico digitales.

Propiciar la adquisición de habilidades que permitan el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo colaborativo y la comunicación, cualidades esenciales para el éxito en el ejercicio de la profesión.

3. Metodología

Los estudiantes consideran que abordar la química de la manera tradicional es necesario para abarcar algunos temas. Se percibe cierta comodidad y aceptación frente a este aprendizaje, pero no excluyen la posibilidad de aprender química desde un enfoque que les brinde otras herramientas o les demande mayor compromiso y autonomía. Igualmente, sugieren más prácticas de laboratorio que permitan cotejar la teoría con la práctica, lo que demuestra un marcado interés por parte de los estudiantes en llevar sus conocimientos a la confrontación con la realidad [6]. No obstante, cuando el laboratorio sólo supone ejercicios de verificación de lo visto en teoría, los estudiantes se desmotivan, disminuye su curiosidad [7].

Química Aplicada es un espacio curricular de la carrera Ingeniería Civil perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. El equipo docente del mencionado espacio comenzó a trabajar, a partir del año 2019, en propuestas didácticas que implicaran considerar los procesos de enseñanza y aprendizaje centrado en el estudiante y basado en un modelo por competencias. Se seleccionaron, diseñaron y aplicaron diferentes herramientas y recursos de aprendizaje, como un curso de Introducción a la Química para ingresantes de Ingeniería [8, 9], actividades experimentales específicas para Ingeniería Civil [10, 11], utilización de rúbricas para la evaluación [11] de actividades experimentales, empleo de simuladores [12] de uso libre y propuestas de actividades disruptivas con dinámicas motivadoras [13, 14] que permitieron integrar saberes conocer, hacer y ser con reflexiones sobre inteligencia emocional.

A partir de las experiencias previas realizadas y considerando la implementación de los nuevos planes de estudio a partir del año 2024, el equipo docente se ha propuesto avanzar en este sentido, optimizando la aplicación del Método STEAM, para el desarrollo de los contenidos propios de la especialidad.

A modo de situar en el contexto, el presente trabajo describe la propuesta de las actividades experimentales desarrolladas durante el Ciclo Lectivo 2023, con treinta y tres (33) estudiantes que transitaban el primer año de la carrera Ingeniería Civil. Cabe destacar que no se cuenta con datos de la cohorte 2024 debido a que, en la actual trayectoria académica, Química Aplicada es un espacio curricular del segundo año de la carrera.

Se conformaron cuatro grupos de estudiantes, según la preferencia de los mismos. A cada grupo se le asignó una actividad experimental del Manual de Laboratorio para Ingeniería Civil. En el manual disponían del material de estudio necesario, no obstante, podían investigar y profundizar sobre el tema asignado, proponer experiencias de laboratorio alternativas y/o complementarias, asistiendo al laboratorio para seleccionar el instrumental, probar y optimizar las prácticas, elaborar el material para la presentación oral del tema al resto de sus compañeros. Y finalmente orientarlos durante la ejecución de la práctica experimental, en la interpretación de resultados y la elaboración del informe correspondiente siempre con el acompañamiento del equipo docente.

La aplicación de la metodología STEAM implicó que los estudiantes afrontaran diferentes aspectos:

- Ciencia y Química: Explicar los conceptos químicos fundamentales para la realización de la actividad experimental.
- Tecnología: Incluir herramientas tecnológicas que ayuden a visualizar reacciones químicas y/o a simular procesos.
- Ingeniería: Relacionar los conceptos químicos con las aplicaciones prácticas en la ingeniería civil, como la caracterización fisicoquímica de agua, polímeros, pinturas, cemento, agregado fino, suelo, estabilidad de metales y corrosión.
- Artes: Fomentar la creatividad al permitir que los estudiantes presenten sus exposiciones de manera artística. Pudiendo crear infografías, videos, presentaciones que abordaran la integración de los contenidos sobre la química de los materiales.
- Matemáticas: Incluir cálculos relacionados con la química, como la estequiometría en las reacciones y el análisis del cumplimiento de la normativa específica. Esto ayudaría a los estudiantes a visualizar la conexión entre la química y las matemáticas en su campo disciplinar.

Al integrar estos elementos, no solo se hace la química más relevante para los estudiantes de ingeniería civil, sino que también se fomenta un aprendizaje más dinámico y colaborativo.

El enfoque educativo STEAM combina diferentes disciplinas para promover el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas. Al integrar estas áreas, los estudiantes pueden ver las conexiones entre ellas y aplicar sus conocimientos de manera práctica. En este trabajo se realiza un aporte en una dimensión innovadora al centrarse en la aplicación práctica de los conceptos químicos en la ingeniería civil, específicamente en el ámbito de los materiales de interés para la construcción.

Evaluar el aprendizaje en un entorno STEAM puede ser un poco diferente a las evaluaciones tradicionales, ya que este enfoque se centra en la integración de múltiples disciplinas y en el desarrollo de habilidades prácticas y creativas. Es por ello, que se planteó realizar un proceso evaluativo continuo y que involucrara diferentes cuestiones:

- Realizar evaluación continua, considerando evaluaciones formativas a lo largo del proceso, incluyendo cuestionarios, discusiones en clase y actividades prácticas que permitan a los estudiantes demostrar su comprensión en diferentes momentos.
- Evaluar las producciones de los estudiantes utilizando rúbricas que consideren la creatividad, la aplicación de conceptos y el trabajo en equipo.

- Proponer una instancia de autoevaluación animando a los estudiantes a reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje exponiendo sobre lo que aprendieron, los desafíos que enfrentaron y cómo los superaron. Esto fomenta la metacognición y les ayuda a identificar sus fortalezas y áreas de mejora.

4. Resultados y discusión

De la capacitación y el trabajo del equipo docente se obtuvo como producto el Manual de Laboratorio para Ingeniería Civil. Para optimizar la práctica docente, en conjunto con la Dirección General de Ciencias Básicas, Secretaría Académica y las direcciones de Servicio de Apoyo y Orientación al Estudiante (SAPOE) y Servicio de Apoyo Pedagógico al Docente (SAPDOC) se diseñaron las rúbricas de evaluación tanto para el informe de cada una de las actividades experimentales como para las presentaciones orales y el acompañamiento de cada grupo al resto de sus compañeros durante la experiencia práctica.

Los contenidos a trabajar bajo la modalidad propuesta están consignados en la Tabla 1, corresponden a los temas que fueron considerados de interés para las actividades experimentales según la especialidad de los estudiantes.

Tabla 1 Materiales seleccionados para las actividades experimentales propuestas

Material	Fenómeno a evaluar
Polímeros y pinturas	Caracterización fisicoquímica.
Agua	Caracterización fisicoquímica. Cumplimiento con normativa específica.
Metales	Estabilidad química.
Cemento, Agregado fino y Suelo.	Caracterización fisicoquímica. Cumplimiento con normativa específica.

Es importante mostrar la evolución de los resultados académicos obtenidos por los estudiantes, en términos de porcentajes de regularidad, para las cohortes comprendidas en el período 2018-2023. En la fig.1 se observa la notable mejora en el índice de regularidad a partir del cambio en la metodología aplicada.

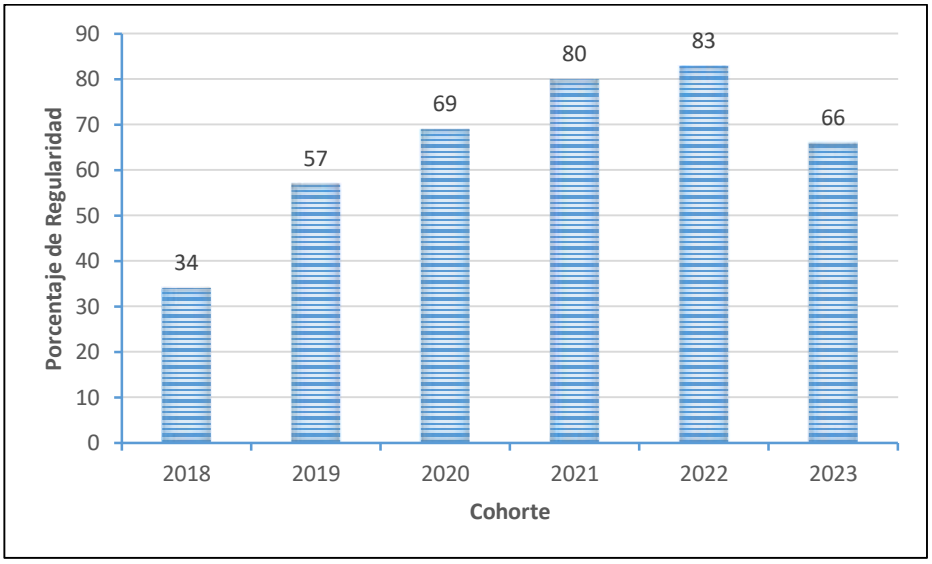


Fig. 1 Rendimientos académicos porcentuales en el período comprendido entre 2018 y 2023.

Del análisis de estos datos es posible inferir una notable mejora en los rendimientos académicos promovida por la aplicación de estrategias alternativas al cursado tradicional, sugiriendo que la misma puede ser atribuida a la combinación de un conjunto de variables y la sinergia producida entre ellas, indicando la necesidad de realizar un abordaje integral para mejorar los resultados.

En este sentido, si el proceso se evalúa solo en términos de evaluaciones parciales, los rendimientos tienden a ser menores, por ello resulta indispensable implementar una evaluación continua que permita monitorear el progreso de manera constante y holística, considerando no solo los contenidos disciplinares sino también las emociones, habilidades sociales y actitudinales y la propia experiencia, obteniéndose una visión completa en los procesos de enseñanza y aprendizaje y permitiendo detectar fortalezas y áreas de mejora.

Una manera efectiva de implementar una evaluación continua es mediante la aplicación de rúbricas, permitiendo establecer criterios claros, que involucren diferentes aspectos y que contribuyan a monitorear el progreso de los estudiantes en cada etapa del proceso.

La aplicación de las rúbricas planteadas para el seguimiento y la evaluación de la actividad en cada grupo, diseñadas con diferentes criterios de evaluación y niveles de dominio, indicaron mejoras en la participación activa de los estudiantes, en la calidad de los informes presentados y en la organización de los equipos de trabajo. Estas mejoras se alinean con los objetivos del enfoque STEAM y se evidenciaron especialmente en las etapas prácticas del proyecto.

Esos hallazgos demuestran la importancia de complementar las evaluaciones tradicionales con instrumentos más alineados con los objetivos del enfoque STEAM, como son las rúbricas integradoras y las autoevaluaciones, entre otros.

En relación con el componente "Artes" del enfoque STEAM, los estudiantes fueron estimulados a presentar sus exposiciones orales acompañadas de recursos visuales y creativos. Como parte de esta dinámica, elaboraron videos explicativos, registros fotográficos de los ensayos experimentales y presentaciones visuales integradoras del contenido teórico y práctico. Estas producciones no solo facilitaron la comprensión por parte del grupo, sino que también fomentaron la expresión creativa, la planificación de la comunicación y el uso de recursos audiovisuales como herramientas pedagógicas. Algunos grupos utilizaron simulaciones animadas o efectos visuales para explicar reacciones químicas, mientras que otros diseñaron infografías y esquemas que combinaban el contenido técnico con un lenguaje visual accesible y atractivo. Esta dimensión artística fortaleció tanto la apropiación de los contenidos como el desarrollo de habilidades comunicativas y de diseño.

Un resultado no previsto emergió durante el desarrollo experimental del tema polímeros y pinturas, en el cual se propuso la obtención de pigmentos y aglutinantes naturales para la formulación de pinturas. Como parte de la experiencia, los estudiantes debían evaluar propiedades como el brillo, el poder cubritivo y la adherencia de la pintura fresca aplicándola sobre diferentes superficies. En este contexto, algunos estudiantes sorprendieron al desplegar notables habilidades artísticas al momento de aplicar las pinturas, incorporando elementos estéticos y compositivos que excedieron los objetivos técnicos de la práctica. Esta manifestación espontánea de creatividad visual se constituyó en un valioso aporte al componente “Artes” del enfoque STEAM, evidenciando el potencial de estas actividades para integrar dimensiones expresivas y comunicacionales en contextos de formación científica y técnica.

Los estudiantes monitores mostraron solvencia en el desarrollo de la actividad experimental, a través del correcto manejo de los instrumentos y de los reactivos, guiando a sus compañeros con responsabilidad y de manera precisa, tanto en lo operativo como en la interpretación de resultados y elaboración conclusiones pertinentes. En este sentido, el análisis cualitativo de los comentarios de los estudiantes reflejó un impacto positivo en el proceso de aprendizaje, en particular en aspectos como la motivación, la comprensión práctica de los contenidos y la dinámica colaborativa.

En general, los estudiantes destacaron que la experiencia fue “más entretenida e interesante” en comparación con clases tradicionales. Se valoró especialmente el rol del “estudiante monitor”, ya que permitió reforzar conocimientos a través de la enseñanza entre pares. Uno de ellos expresó: “Me gustó guiar a mis compañeros porque de esa manera me quedó muy claro lo que estábamos haciendo en ese tema, también me ayudó a estar más guiado en los futuros laboratorios”. Otro grupo de estudiantes valoró que la dinámica promovió la integración y la comprensión global del tema, más allá del rol asignado: “Aunque cada integrante tenía una tarea diferente, todos pudimos observar y comprender lo que se realizaba en cada experimento”. También surgieron observaciones críticas constructivas que permiten mejorar la propuesta en futuras implementaciones, por ejemplo: “Para ser monitor de una actividad se necesitan más conocimientos. Sería más efectivo que los laboratorios fueran dados por los profesores y que los alumnos monitores sean colaboradores”. Es importante destacar, de acuerdo con este último comentario, que los docentes estuvieron presentes y acompañando los distintos procesos.

5. Conclusiones

La implementación del enfoque STEAM en los procesos de enseñanza y aprendizaje de Química Aplicada en la carrera de Ingeniería Civil se presenta como una estrategia efectiva para enriquecer la formación de los estudiantes. Al integrar Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, se promueve un enfoque multidisciplinario que no solo facilita la comprensión de conceptos químicos fundamentales, sino que también favorece su aplicación en contextos prácticos y reales.

Esta metodología busca fomentar habilidades clave como el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración, esenciales en el ámbito de la Ingeniería Civil. A través de actividades experimentales y proyectos interdisciplinares, los estudiantes no solo profundizan en contenidos relacionados con la química de los materiales de construcción, sino que también desarrollaron competencias en el uso de tecnologías modernas y en la resolución de problemas. La inclusión de elementos artísticos en sus presentaciones, además, estimuló la innovación y mejoró la comunicación efectiva.

Uno de los logros significativos de esta implementación fue promover el estudio autónomo y la investigación previa por parte de los estudiantes, lo que les permitió prepararse mejor para las actividades. Estas propuestas fueron diseñadas para involucrar activamente a los estudiantes, incrementando su participación e interés por los contenidos. Asimismo, propiciaron instancias de reflexión individual y grupal sobre el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias.

Si bien el impacto en el rendimiento académico formal aún requiere fortalecerse, la experiencia contribuyó a generar un entorno más dinámico, participativo y significativo, alineado con los principios del enfoque STEAM.

Finalmente, los resultados obtenidos plantean la necesidad de continuar con la implementación de esta metodología en futuros ciclos lectivos, a fin de valorar su impacto a largo plazo y consolidar sus beneficios en la formación integral de los futuros ingenieros civiles, propiciando un aprendizaje activo y colaborativo, para que cada estudiante se convierta en un profesional competente y creativo, capaz de contribuir de manera significativa al desarrollo sostenible.

6. Referencias

[1] Kowalski, V; Morano, D; Erck, I; Cirimelo, S; Enríquez, H. (2019). *Serie materiales de apoyo: Curso de posgrado formación por competencias, aprendizaje centrado en el estudiante y estándares de acreditación de segunda generación para ingeniería. Tercer documento. ¿Qué tenemos que cambiar en nuestro trabajo en el aula?* (p. 47). Misiones. Editor: Víctor Andrés Kowalski.

[2] Jalif, L. (2010). Competencias y situaciones: un matrimonio inseparable. *Revista Electrónica de Desarrollo de Competencias (REDEC)*, 2(6), 56-63.

[3] Tobón Tobón, S., Pimienta Prieto, J. y García Fraile, J. (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias.* México: Pearson Educación.

[4] Méndez Mena, R. (s.f.). *Las ciencias básicas y el aprendiz en ingeniería*. Ponencia presentada en el IV Foro Nacional de Profesores de Ciencias Básicas. Recuperado de http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/Foro4/Memorias/Ponencia_04.pdf

[5] Arrigui Torres, E., & Mosquera, J. (2021). Aportes de la educación STEAM a la enseñanza de las ciencias: Una revisión documental entre 2018 y 2021. *LadECiN: Revista Latinoamericana de Educación en Ciencias Naturales*, 4(1), 24–36. Recuperado de https://www.revistaladecin.com/index.php/LadECiN/article/download/40/2

[6] Méndez, A. (2015). Diseño de una guía didáctica para la enseñanza de la química a ingenieros civiles en formación desde el enfoque de aprendizaje basado en problemas (ABP). *Revista Educación en Ingeniería*, 10(19), 39-48.

[7] Galagovsky, L. (2007). Enseñar química vs. aprender química: Una ecuación que no está balanceada. *Revista QuímicaViva*. 6(Suplemento educativo).

[8] Valente, G.; Purpora, R.; Medaura, C.; Grillo, I.; Ferrer, L. (2017). Impacto de un curso de nivelación en Química para ingresantes de Ingeniería. *VII Encuentro Nacional y IV Latinoamericano sobre Ingreso Universitario*. Recuperado de http://sideventos.uncu.edu.ar/eventos/evento/vertrabajos. php?idevento=5

[9] Purpora, R., &Valente, G. Saberes (conocer, hacer y ser) previos a química general y química general e inorgánica en estudiantes de ingeniería (2019). *X Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería*. 171-176. ISBN 978-950-42-0197-7.

[10] Purpora, R., Medaura, C., & Valente, G. Estrategia didáctica para la promoción de química general en ingeniería civil (2018). *Primera jornada de divulgación de la carrera de ingeniería civil*. Recuperado de https://bdigital.uncu.edu.ar/fichas.php?idobjeto=11279

[11] Purpora, R. L., & Valente, N. G. (2021). Formación por competencias en estudiantes de ingeniería civil: actividad experimental y rúbrica de evaluación. *11° Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*. 3, 129-135. ISBN 978-987-88-7246-9.

[12] Purpora, R., Norrito, B., & Valente, G. Soluciones químicas: Simulador y aprendizaje basado en competencias para estudiantes de Ingeniería. (2022). *12° Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*, 408-413. ISBN 978-987-4050-08-3.

[13] Purpora, R., Norrito, B., & Valente, G. (2022). Emociones vinculadas al estudio de compuestos químicos con estudiantes de primer año de ingeniería. *Anales de la Asociación Química Argentina*, 109 (N° extra), 43-49. ISSN 2545-8655. Recuperado de https://www.aqa.org.ar/index.php/volumenes-publicados

[14] Norrito, B., Purpora, R., & Valente, G. (2024). Autoevaluación de competencias con enfoque en inteligencia emocional por estudiantes de ingeniería. *7° Congreso Argentino de Ingeniería y 13° Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*. Recuperado de https://cadicaedi.fi.unsj.edu.ar/wp-content/uploads/2024/08/CAEDI-ENS-ID-212-Norrito-Autoevaluacion-de-Competencias-con-enfoque-en-Inteligencia-Emocional-p-Articulo-Breve.pdf

Uso de conceptos de termodinámica en estudiantes de un primer curso de Física para Ingeniería Agronómica

Teresa Quintero[1], José Gutiérrez-Berraondo[2], M. Gabriela Lorenzo[3]

[1]Universidad Nacional de Río Cuarto (Argentina)
tquintero@exa.unrc.edu.ar

[2]Escuela de Ingeniería Dual de Elgoibar, IMH Campus (España)
jgutierr@imh.eu

[3]Universidad de Buenos Aires. CONICET (Argentina)
glorenzo@ffyb.uba.ar

Resumen. Este trabajo estudia las respuestas de estudiantes universitarios de la carrera de Ingeniería Agronómica ante una consigna experimental vinculada a contenidos de termodinámica. El objetivo ha sido comparar el uso de los conceptos de transferencia y conservación de la energía, calor y trabajo por parte de los estudiantes para interpretar y justificar fenómenos vinculados con el Primer Principio. Se adaptó y aplicó un cuestionario pre y post instrucción a 97 estudiantes de un primer curso de física en 2024. Las respuestas cerradas fueron analizadas con cálculos de frecuencia, mientras se aplicó un análisis de categorías para las respuestas textuales. Los resultados mostraron una leve mejoría después de la enseñanza, aunque aún persisten dificultades para establecer relaciones causales y justificar adecuadamente sus respuestas. La investigación subraya la necesidad de la formación docente para el rediseño de las estrategias educativas con el fin de promover mejores aprendizajes de temas complejos de física.

Palabras clave: Física básica. Educación universitaria. Primer Principio. Trabajo. Calor.

1. Introducción

La investigación en educación en ciencias experimentales en el nivel superior sobre temas singulares de física es un campo emergente de las didácticas específicas que abona al mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos de elevado nivel de dificultad y abstracción. La termodinámica es una disciplina científica que se ha ido construyendo con múltiples capas de complejidad. Los conceptos de trabajo, calor y energía y las relaciones entre ellos son un tema fundamental en el plan de estudios de física básica en carreras de ciencias e ingeniería que suelen ocasionar obstáculos al estudiantado para su aprendizaje. Precisamente, el conocimiento de las dificultades de los alumnos, en la etapa de formación profesional, resulta crucial para la planificación de su enseñanza. Tanto para la mecánica como para la termodinámica, las dificultades de aprendizaje y enseñanza relacionados con el trabajo, la energía, la

entalpía y la entropía, han preocupado a docentes e investigadores [1, 2, 3, 4]. Sin embargo, suelen persistir concepciones erróneas luego de la instrucción formal [3].

Con el fin de detectar las dificultades de los estudiantes, el objetivo de este trabajo es comparar el uso de los conceptos de termodinámica antes y después de la instrucción para interpretar y justificar fenómenos vinculados con la transferencia y conservación de la energía de acuerdo con el Primer Principio.

2. Metodología y contexto de la investigación

Se llevó a cabo una investigación de alcance descriptivo en un primer curso de Física básica de la carrera de Ingeniería Agronómica de una universidad pública Argentina en la que se desarrollan contenidos de mecánica clásica, estática y dinámica de los fluidos, termodinámica clásica y electromagnetismo.

La muestra quedó conformada por 97 estudiantes de un total de 196 (tabla 1) La participación fue voluntaria y confidencial.

Tabla 1. Participantes y número de respuestas en el pretest y en el postest para P1 y P2

	Pretest	**Postest**
Participantes	136	110
Número de respuestas P1	161	135
Número de respuestas P2	136	110

Se adaptó y validó al contexto argentino, un cuestionario sobre termodinámica probado en una tesis de Master [5] que aborda la relación entre energía interna (ΔU), trabajo (W) y calor (Q) en sistemas gaseosos. El instrumento cuenta con dos cuestiones con varios ítems. Se aplicó a un grupo de clase completo en 2024, una semana antes de desarrollar la unidad de termodinámica y dos semanas después de haberla finalizado siguiendo la técnica pre y postest. La intervención fue la habitual realizada por el equipo docente de la asignatura mayormente con modalidad de clase invertida.

Las respuestas a las preguntas 1 y 2 (P1 y P2) fueron analizadas comparando ambos momentos empleando el cálculo de medias y frecuencias (figura 1).

P1	*Se tiene un gas ideal en un émbolo. Se comprime el émbolo de manera que se mantiene la temperatura del gas constante. Indicar y razonar cuál o cuáles de las respuestas son correctas:* *a) No hay transferencia de calor del exterior al gas.* *b) No hay transferencia de calor del gas al exterior.* *c) Hay transferencia de calor del exterior al gas.* *d) Hay transferencia de calor del gas al exterior.* e) *Puede haber transferencia de calor entre el gas y el exterior en uno u otro sentido dependiendo de los valores de P y V.*
P2	*¿Son las siguientes afirmaciones verdaderas o falsas? Indicar brevemente una justificación:* *a) Un sistema cerrado puede intercambiar calor* *b) El calor y el trabajo son formas de energía* *c) Una pared adiabática deja pasar el calor* *d) Si nos encontramos con un proceso isócoro, el calor es función de estado.*

Fig. 1. Enunciados de las preguntas 1 y 2 analizadas (fuente: adaptadas de [8])

La P1 se orienta a la aplicación del Primer Principio de la Termodinámica, entendiendo la diferencia que existe entre calor y temperatura. Considerando que la

energía interna del sistema se manifiesta como una medida de la energía que tienen las partículas que lo forman [3]. En la P1 las opciones *a* y *d* o ambos fueron considerados como correctas. La P2 refiere a conceptos básicos y sus definiciones, se busca determinar el aprendizaje de esos conceptos (sistema cerrado, calor, trabajo, proceso isocórico, función de estado). Los textos de las respuestas al ítem P2.*d*. Las respuestas fueron analizadas fenomenográficamente [6] para generar categorías descriptivas a partir de distintas formas de percibir y comprender la realidad (tabla 4). La triangulación de observares arrojó un índice de kappa de Cohen = 0,87.

3. Resultados

Se observó un pequeño aumento de las medias de respuestas correctas entre el post y el pretest (P1: $\Delta\bar{X} = 0{,}23 \pm 0{,}07$; P2: $\Delta\bar{X} = 0{,}05 \pm 0{,}03$) lo que muestra una baja incidencia de la intervención dejando en evidencia las dificultades que presentaron los estudiantes para recurrir al primer principio de la termodinámica al explicar los fenómenos presentados en el cuestionario. Las frecuencias de respuestas correctas y frecuencias relativas para la P1 se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Número de respuestas correctas, frecuencia (f), frecuencia relativa (fr), para la P1

Ítems	Frecuencia respuestas correctas (f pretest)	Frecuencia relativa (fr pretest)	Frecuencia respuestas correctas (f postest)	Frecuencia relativa (fr postest)	Razón de las fr
A	15	0,09	7	0,05	0,56
D	23	0,14	55	0,41	2.93
Ad	3	0,02	1	0,01	0,50

En la tabla 2 puede observarse un incremento en el postest en favor del ítem *d* (frpost/frpre = 2,39) por sobre las opciones *a* y *ad* acordes con la situación de un proceso de compresión isotérmico de un gas ideal. Para mantener constante la temperatura durante el proceso de comprensión ocurre una transferencia de energía hacia el exterior por el proceso de calor debido al trabajo realizado sobre el gas. De manera similar, en la tabla 3, se presentan los resultados de la P2.

Tabla 3. Resultados de P2

ítems	f respuestas correctas pretest (f)	f relativa simple pretest (fr)	f respuestas correctas postest (f)	f relativa simple postest (fr)	Razón fr post/ fr pre
a (V)	56	0,29	85	0,33	1,14
b (F)	7	0,04	8	0,03	0,75
c (F)	82	0,43	90	0,35	0.81
d (F)	45	0,24	76	0,29	1.20

Luego de la intervención, en el postest hubo un aumento en el reconocimiento de los ítems a) como verdadero y d) como falso. Mientras que para los casos de b) y c) hay una disminución en el reconocimiento de la falsedad. Se podría expresar que un mayor número de estudiantes han logrado reconocer que es un sistema cerrado (a) y que el calor no es función de estado (d). Mientras siguen confundiendo el calor y el trabajo

como formas de energía (b) y el concepto de adiabático (c). Además, tanto en el pre como en el postest, el ítem b) *El calor y el trabajo son formas de energía* es el que menor frecuencia relativa presentó (0,05 y 003, respectivamente). Hallazgo que está en acuerdo con lo que se expresa en la literatura, sobre la dificultad de conceptualización del trabajo y el calor como procesos de transferencia de energía y no como formas. En la tabla 4, se observa una mejora entre el post y pretest.

Tabla 4. Porcentaje de respuestas de cada categoría de P2*d* sobre un total de 97 estudiantes (descripción de las categorías en Tabla 1)

categorías	Descripción de la categoría	n pretest	% pretest	n postest	% postest
A.	Afirma que es *falsa*	**44**	**45,4**	**75**	**77,3**
A.1.	Su argumentación es correcta	15	15,5	42	43,3
A.1.1.	Sabe lo que es un proceso isócoro, aplica bien el PPT y sabe que el calor no es función de estado	9	9,3	39	40,2
A.1.2.	Sabe lo que es un proceso isócoro	6	6,2	3	3,1
A.2.	Su argumentación no es correcta	4	4,1	20	20,6
A.2.1.	Sabe qué es un proceso isócoro, aplica bien el PPT, pero no justifica bien	2	2,1	11	11,3
A.2.2.	Dice que el calor es energía y no forma de transferencia de energía entre sistemas	2	2,1	9	9,3
A.3.	No explica su respuesta	25	25,8	13	13,4
B	Afirma que es *verdadera*	**37**	**38,1**	**18**	**18,6**
B.1.	Su argumentación es correcta	1	1,0	1	1,0
B.1.1.	Sabe qué es un proceso isócoro y aplica bien el PPT	1	1,0	1	1,0
B.2.	Su argumentación no es correcta	12	12,4	10	10,3
B.2.1.	Sabe lo que es un proceso isócoro, pero dice que el calor es función de estado	12	12,4	10	10,3
B.3.	No explica su respuesta	24	24,7	7	7,2
C.	Respuesta incoherente	**16**	**16,5**	**4**	**4,1**
D.	No contesta	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**

En el ítem 2*d* es posible diferenciar entre estudiantes que definen el término isocórico y consideran el Primer Principio como, por ejemplo, estudiante 6, de aquellos otros que ofrecen una respuesta incompleta o confunden calor con forma de energía como el estudiante 74, pero reconocen que el calor no es función de estado.

> *E6: "En un proceso isócoro (donde el volumen se mantiene constante), el calor transferido al sistema no es una función de estado. El calor depende del camino seguido para llegar desde un estado inicial a un estado final y no solo del estado final en sí mismo. Las funciones de estado son propiedades que dependen solo del estado actual del sistema (como la temperatura, presión y volumen), mientras que el calor y el trabajo dependen del proceso específico."*
>
> *E74: "El calor no es una función de estado, incluso en un proceso isócoro. El calor es una forma de energía en tránsito, dependiente del camino seguido por el proceso y no únicamente del estado inicial y final del sistema."*

Al igual que en el trabajo de González de Castro [5], se detecta que la afirmación *7b* presenta dificultades, se debería ahondar en futuras investigaciones si el inconveniente está en la formulación de la afirmación o en sí simplemente se debe a que los estudiantes no diferencian entre *«forma»* y *«transferencia»* de energía.

4. Conclusiones

El avance de los resultados informados en este trabajo de una investigación en proceso, han mostrado que, a pesar de la instrucción, persisten dificultades en los estudiantes para interpretar ciertos fenómenos relacionados con las propiedades de los gases aplicando el primer principio de la termodinámica. Esto pone de manifiesto la necesidad de replantear el diseño de la enseñanza para el abordaje de temas complejos como los abordados en este trabajo. Este estudio ha permitido la detección de algunos obstáculos tales como los conceptos de sistema isócoro o la consideración del trabajo y el calor como formas de energía en lugar de procesos de transferencia; mientras que conceptos como sistema cerrado o adiabático resultan reconocidos por los estudiantes. Además, otra utilidad de este análisis es haber puesto en evidencia la importancia de la investigación en didáctica de las ciencias como estrategia para desmalezar el camino hacia una formación docente que pueda llevar adelante una renovación de los diseños para la enseñanza con el fin de promover mejores aprendizajes en el estudiantado.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por los siguientes proyectos de investigación: UBACYT N° 20020220100116BA, FONCYT-PICT-2021-295, CONICET-PIP N° 11220210100203C0 y PPI-UNRC (2024-2026)-C586-2.

6. Referencias

[1] J. L. Doménech, D. Gil-Pérez, A., Gras-Marti, J. Guisasola, J. Martínez-Torregrosa, J. Salinas, R. Trumper, P. Valdés, y A. Vilches, «Teaching of energy issues: A debate proposal for a global reorientation» *Sci.Educ.*, vol.16, 43–64, 2007. DOI: https://doi.org/10.1007/s11191-005-5036-3

[2] J. W. Jewett, «Energy and the Confused Student II: Systems» *Phy. Teach.*, vol. 46, n°4, 81–86, 2008. https://doi.org/10.1119/1.2895670

[3] D. E. Meltzer, «Investigation of students' reasoning regarding heat, work, and the first law of thermodynamics in an introductory calculus-based general physics course». *Am. J. Phys*. vol.72, n°11,1432-1446, 2004

[4] J. Gutiérrez-Berraondo, K. Zuza, G. Zavala, P. Sarriugarte y J. Guisasola, «University student understanding and reasoning on work–energy relations» *Eur. J. Phys.*, vol. 43, 065701, 2022. DOI:10.1088/1361-6404/ac8ef4.

[5] C. González de Castro y M. Á. González Delgado «Análisis y detección de errores conceptuales básicos en la comprensión del Primer Principio de la Termodinámica en Bachillerato». Trabajo Fin de Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. Universidad de Valladolid, 2022.

[6] F. Marton, «Phenomenography—A Research Approach to Investigating Different Understandings of Reality», *J. Thought*, vol. 21, n° 3, 28–49, 1986.

Inteligencia Artificial en el Aula: Innovación y Desafíos en Educación Científica

El tamaño de grupo óptimo en el aprendizaje basado en problemas

David Anzules[1], Jorge Flores[1]

[1] Departamento de Física. Universidad Técnica de Manabí (Ecuador)
david.anzules@utm.ecu.ec; flojorge@gmail.com

Resumen. El propósito de este estudio fue determinar el tamaño del grupo que produce mejor rendimiento en la unidad de la Primera Ley de la Termodinámica, utilizando el Aprendizaje Basado en Problemas, en los estudiantes registrados en la asignatura de Termodinámica, ofrecida por una universidad pública ecuatoriana. El aprendizaje Basado en Problemas es un modelo de currículo del aprendizaje activo que utiliza problemas complejos de la vida real para iniciar el aprendizaje. Durante este método de investigación, los estudiantes identifican los conceptos y principios que requieren para resolver el problema propuesto. Los estudiantes realizan tareas en grupos pequeños, en este caso utilizando el aprendizaje cooperativo. El problema propuesto está relacionado con la primera ley de la termodinámica. En este experimento, para resolver el problema, los estudiantes se dividieron en tres grupos: paralelo A tres estudiantes por grupo, paralelo B cuatro estudiantes por grupo y paralelo C cinco estudiantes por grupo. A cada grupo se le explicó el procedimiento del aprendizaje basado en problemas y del aprendizaje cooperativo. Además, se le dieron las mismas instrucciones y materiales para realizar el trabajo. La prueba estadística aplicada fue el análisis de varianza de un solo factor, Los estudiantes del paralelo B tuvieron mejores resultados que los estudiantes de los paralelos restantes. El análisis de varianza de un solo factor indica que existen diferencias significativas entre los tres grupos $F(2,89) = 26,9842$, $p < 0,0001$. Este estudio encontró que el grupo de cuatro estudiantes tuvo un mejor desempeño.

Palabras clave: Termodinámica. Aprendizaje basado en problemas. Aprendizaje cooperativo. Rendimiento.

1. Introducción

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es un enfoque educativo en el cual los estudiantes abordan problemas complejos relacionados con su futura práctica profesional. Su objetivo es motivar a los estudiantes a explorar, comprender y aplicar los conceptos y principios relevantes para resolver un problema. En este método los estudiantes trabajan en grupos pequeños, colaborando para compartir conocimientos y habilidades, integrando información y llegando a soluciones efectivas. En definitiva, en el ABP, los estudiantes se involucran en su propio aprendizaje y establecen un vínculo directo entre la formación académica y las exigencias del mundo laboral [1, 2, 3]. Por lo tanto el propósito de este estudio fue determinar el tamaño del grupo que

produce mejor rendimiento en la unidad de la Primera Ley de la Termodinámica, utilizando el Aprendizaje Basado en Problemas, en los estudiantes registrados en la asignatura de Termodinámica, ofrecida por una universidad pública ecuatoriana

2. Contenido

2.1. Aprendizaje basado en problemas

El ABP es un enfoque educativo que hace la transición del énfasis en el salón de clases, de la enseñanza al aprendizaje. Resalta que el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes están inmersos en contextos del mundo real, impulsados por preguntas genuinas y participando activamente en actividades basadas en la indagación. Esto se alinea con la comprensión de que el aprendizaje se optimiza cuando tiene lugar dentro de contextos relevantes [4, 5].

Como se mencionó en líneas anteriores, el ABP es una estrategia instruccional que promueve las siguientes habilidades: Desarrollar habilidades de pensamiento crítico para abordar problemas complejos del mundo real, evaluar los recursos de aprendizaje de manera efectiva y aplicarlos adecuadamente, colaborar en equipos pequeños de manera cooperativa, comunicarse tanto verbal como por escrito y utilizar los conocimientos conceptuales, procedimentales y metacognitivos. Además, mejora la retención del conocimiento, habilidades para la toma de decisiones y habilidades de resolución de problemas [6, 7].

Por otro lado, en el proceso ABP el aprendizaje es “constructivo, autodirigido, colaborativo y contextual” [8]. En lugar de limitarse a recibir información, los estudiantes construyen activamente su propio conocimiento [8, 9]. El aprendizaje autodirigido pone a los estudiantes al mando de su propio aprendizaje: Planifican, hacen seguimiento de su progreso y evalúan su comprensión [8, 10]. Durante el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje se convierte en una experiencia social, donde los estudiantes trabajan juntos para comprender los conceptos y principios de la disciplina [8]. Finalmente, el aprendizaje contextual enfatiza que los aprendizajes están moldeados por el entorno en que se aprende [8, 11].

2.2. Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje en grupos pequeños se basa en la teoría constructivista de Piaget y en el constructivismo social de Vygotsky. Dado que a nivel individual cada miembro del grupo construye el conocimiento y a nivel grupal la interacción social lo sigue incrementando [12, 13].

El aprendizaje cooperativo se define como “estudiantes que trabajan juntos en pequeños grupos, de modo que cada uno pueda participar en una tarea colectiva que se le ha asignado” [14]. Esta definición destaca la composición del grupo y el objetivo que debe alcanzar. “El aprendizaje cooperativo abarca una amplia gama de estrategias para promover el aprendizaje de los estudiantes a través de la cooperación y comunicación entre pares.” [15]. Esta segunda definición, además de lo que indica la primera, pone de manifiesto la importancia de la comunicación.

El aprendizaje cooperativo de acuerdo, a las definiciones anteriores promueve la interacción social entre los estudiantes a través de la comunicación, si bien es cierto que cada estudiante actúa de manera independiente, depende de sus compañeros para responder a la tarea; esta interdependencia fortalece el trabajo grupal y prioriza la responsabilidad individual [16].

2.3. Hipótesis

La hipótesis de investigación H_1: La media del rendimiento de los estudiantes, entre el número de estudiantes por grupo es diferente.

La hipótesis nula H_o: La media del rendimiento de los estudiantes, entre el número de estudiantes por grupo es igual.

3. Método

En este estudio participaron 92 estudiantes que cursan la asignatura de Termodinámica. El Paralelo A con tres estudiantes, el Paralelo B con cuatro estudiantes y el Paralelo C con cinco estudiantes. La unidad bajo estudio fue la Primera Ley de la Termodinámica con una duración de 12 horas. El instrumento de evaluación fue una prueba de salida de 20 preguntas. La variable independiente fue el número de estudiantes por grupo y la variable dependiente fue el rendimiento de los estudiantes.

El procedimiento fue el mismo para los tres paralelos y es el siguiente: 1) Formación de grupos utilizando el método CATME. 2) Presentación del problema a los estudiantes. 3) Los estudiantes en sus grupos analizan y definen el problema e identifican los conocimientos que se requieren para resolver el problema. 4) Los estudiantes se dividen el trabajo y priorizan los temas que deben aprender. 5) Buscan información individualmente y aprenden lo que han investigado. 6) Se reúnen como grupo para compartir lo que han aprendido. 7) Los estudiantes resuelven el problema. 8) Presentan la solución de manera oral y escrita. 9) Rinden la prueba de evaluación [1, 2, 3]. Las etapas uno a cuatro la realizan en el salón de clases, La etapa cinco la realizan fuera del salón de clase. Las etapas seis a nueve la realizan en el salón de clases.

La prueba estadística aplicada fue el análisis de varianza con un nivel de significación $p < 0,05$.

4. Los resultados

En la Tabla 1 se muestra el número de estudiantes, la media y la desviación estándar de cada grupo de estudiantes. Los resultados muestran que el mejor desempeño lo presentan los estudiantes del Paralelo B(4), seguido de los estudiantes del Paralelo A(3) y finalmente los estudiantes del Paralelo C(5).

Tabla 1. Número de estudiantes por grupo, la media y la desviación estándar

Grupo	Número de estudiantes	Media	Desviación estándar
Paralelo A(3)	30	14,86	3,77
Paralelo B(4)	32	17,31	2,30
Paralelo C(5)	30	11,90	2,42

En la Tabla 2 se muestra el resumen de la prueba ANOVA. En este estudio, $F(2,89) = 26,9842$, $p < 0,0001$. Dado que el valor de probabilidades obtenido cumple con el criterio de significación estadística, la hipótesis nula se rechaza en favor de la hipótesis de investigación.

Tabla 2. Resumen de la prueba ANOVA

Fuente	SS	df	MS	F	p
Entre tratamientos	454,2083	2	227,1042	26,9842	0,0001
Dentro del tratamiento	749,0418	89	8,4162		
Total	1203,2501	91	13,2225		

Los resultados de este estudio muestran claramente que el tamaño del grupo influye significativamente en el rendimiento de los estudiantes al aplicar el ABP en la enseñanza de la Termodinámica. Este resultado sugiere que existe un punto óptimo en el tamaño del grupo para el ABP.

5. Conclusiones

Este estudio confirmó que el rendimiento estudiantil varía significativamente según el tamaño del grupo. Los resultados favorecen grupos de cuatro estudiantes, alineándose con estudios previos que recomiendan grupos de tres a cuatro integrantes [16].

Los grupos de cuatro estudiantes son óptimos para el ABP porque: Ofrecen diversidad de perspectivas y habilidades, facilitan la comunicación fluida, permiten la distribución equitativa del trabajo, promueven una mayor participación individual, reducen las distracciones y aumentan la cohesión grupal.

Entre los factores que contribuyeron al éxito del estudio son los siguientes: La capacitación previa sobre el ABP, los conocimientos previos adecuados, el apoyo oportuno del profesor y la implementación efectiva del aprendizaje cooperativo

Una limitación importante fue la falta de asignación aleatoria de los estudiantes a los grupos. Investigaciones futuras podrían explorar factores adicionales como personalidades de los estudiantes y la naturaleza específica de los problemas asignados.

6. Referencias

[1] Allen, D y. Groh, S. (2001). Assessment strategies in a problem-based learning course. En B. Duch, S. Grob y D. Allen. (Eds.) *The power of problem-based learning: A practical "How to" for teaching undergraduates courses in any discipline*. Stylus.

[2] Fogarty, R. (2001). *Problem-based learning & other curriculum models for the multiple intelligences in the classroom*. Corwin Press.

[3] Ronis D. (2001). *Problem-based learning for Math and science: Integrating inquiry and the internet*. SkyLight Professional Development.

[4] Tien, C., Chu, S. y Lin, Y. (2005). Four phases to construct problem-based learning instructional materials. In E. Poikela y S. Poikela. *PBL in context: Bridging work and education*. Tampere University Press.

[5] American Psychological Association. Coalition for psychology in schools and education (2023). Top 20 principles from psychology for preK-12 teaching and learning. http://www.apa.org/ed/schools/epse/top-twenty-principles.pdf.

[6] Duch, B., Grob, S. y Allen, D. (2001). Why problem-based learning: A case study of institutional change in undergraduate education. En B. Duch, S. Grob y D. Allen. (Eds.) *The power of problem-based learning: A practical "How to" for teaching undergraduates courses in any discipline*. Stylus.

[7] Hmelo-Silver, C. y Eberbach, C. (2012). Learning theories and problem-based learning. En S. Bridges, C. McGrath y T. Whitchill (Eds.). *Researching problem-based learning in clinical education*. Springer.

[8] Dolmans, D., De Grave, W. Wolfhagen, L. y van der Vleuten, C. (1999). *Medical Education*. 39, 732-741.

[9] Glaserfeld, von E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. Routledge-Farmel.

[10] Gibbons, M. (2002). *The self-directing learning handbook: Challenges adolescent students to excel*. Jossey-Bass Davidson, N, y Worsham, T. (1997). Enhancing thinking through cooperative leaning. Teachers College Press.

[11] Lave, y Wenger, (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.

[12] Piaget, (1951). *The psychology of intelligence*. Routledge and Kogan Paul.

[13] Vygotsky, L. (1978). *Mind and society*. Harvard University Press.

[14] Cohen, E. (1994). Restructuring classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*. 64(1), 1-35.

[15] Sharma, S. y Sharma, Y. (1987). Training teacher for cooperative learning. *Educational Leadership*. 45(3), 20-26.

[16] Lou, Y., Abrami, P., Spence, J. Chambers, B. y D' Apollona, S. (1996). Within-class grouping: A meta-analysis. *Review of Educational Research.* 66(4), 423-458.

Innovación radical para la gestión de la educación superior

Diego F. Peña G.[1]

[1] Facultad de Educación. Corporación Universitaria Minuto de Dios (Colombia)
diego.pena.g@uniminuto.edu

Resumen. Este documento presenta los resultados de una propuesta que integra tecnologías digitales para la recopilación, análisis y visualización de datos, junto con metodologías de innovación radical, cuyo objetivo es favorecer indicadores de calidad en la educación superior. Se basa en el plan de mejora y autoevaluación de la Licenciatura en Educación Infantil de UNIMINUTO Bogotá-Distancia (2020-2022), identificando tres oportunidades de mejora: fuga de datos en prácticas profesionales y dos casos de automatización de tareas. Se desarrolló una investigación de enfoque mixto y alcance experimental, adaptando la metodología cíclica de innovación radical (Descubrimiento, Incubación y Aceleración) al contexto educativo. Se realizaron actividades de recolección de datos y prototipado con diez docentes del programa. Se contrastaron datos documentales con los obtenidos durante la aplicación de instrumentos, resultando en el prototipado de tres herramientas digitales. Se priorizó un aplicativo móvil funcional (TRL 7) que optimiza la gestión de información de prácticas profesionales, permitiendo decisiones informadas. La experiencia demuestra la importancia de integrar metodologías ágiles de innovación en la gestión educativa.

Palabras clave: Innovación radical. Educación superior. Funciones sustantivas universitarias.

1. Introducción

En Colombia, el Consejo Nacional de Acreditación (CNA, 2020) es el encargado de certificar la calidad en la educación superior. Para ello se toman en cuenta 12 factores de medición, entre los cuales se contempla el acceso a infraestructura y herramientas tecnológicas para el desarrollo de la misionalidad institucional, que registró un 82% de cumplimiento y fue el de menor desempeño (UNIMINUTO, 2022). Para esta investigación, se contó con un universo poblacional de diez docentes de licenciatura, con el propósito de identificar sus necesidades en términos de investigación, docencia y proyección social (Vaca, 2021), (Becerra, 2024), (Chacón 2024). En consecuencia, la investigación que se desarrolló es mixta y se enriquece tanto de las métricas como de las percepciones de los participantes, para plantear alternativas cocreadas desde la innovación centrada en el usuario y alineadas con la propuesta de valor de

UNIMINUTO, que gira alrededor del humanismo cristiano y la dignificación del ser humano.

2. Método

La metodología de investigación es mixta y se basa en las percepciones de innovación radical de O'Connor (2017). Este enfoque busca crear condiciones que permitan que las innovaciones surjan de manera continua en entornos empresariales, mediante un protocolo que incluye descubrimiento, incubación y aceleración de ideas. Cada fase del modelo se acompañó de actividades específicas para cumplir con los objetivos derivados del diagnóstico de necesidades y la revisión del plan de mejora de la autoevaluación del programa 2020-2022, incluyendo revisión bibliográfica, priorización de necesidades y desarrollo de un producto mínimo viable.

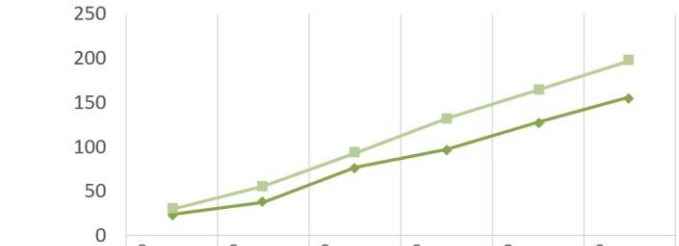
2.1. Descubrimiento, incubación aceleración.

Se realizó una revisión bibliográfica inicial que fundamentó las categorías teóricas del marco propuesto, junto con un análisis PESTEL para examinar antecedentes desde perspectivas política, económica, ambiental, legal, social y tecnológica. Se implementaron actividades de vigilancia tecnológica para monitorear tendencias en tecnología de licencia libre adaptadas a UNIMINUTO. Además, se llevó a cabo un diagnóstico mixto de necesidades, considerando las perspectivas de actores y usuarios de la comunidad académica, así como la revisión de la autoevaluación 2020-2022. Incubación: se enfocó en seguir las ideas y necesidades identificadas durante el descubrimiento, desarrollando alternativas que respondieran a estas demandas. Se utilizó el diagnóstico preliminar de necesidades para priorizar aquellas que coincidían, contrastando fuentes documentales y de campo, lo que facilitó la integración de tecnologías y permitió el desarrollo inicial de un producto para experimentación, mediante entrevistas y arquetipos de usuario. Aceleración: se evaluaron las oportunidades del producto desarrollado para explorar un nuevo mercado, utilizando mapas de migración de aplicaciones para expandir su uso dentro de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Esta fase permitió definir un producto mínimo viable, favoreciendo el escalamiento y la experimentación para refinar y ajustar el producto.

3. Resultados

En las actividades de vigilancia tecnológica se identificaron las plataformas necesarias para el desarrollo del aplicativo, considerando criterios como la licencia de acceso abierto y la documentación. Además, se revelaron 20 necesidades en formación, investigación y proyección social de las cuales se priorizaron 3 necesidades, y se eligió el hallazgo de proyección social, como base para el desarrollo de la solución. Se identificaron necesidades y hallazgos tecnológicos en tres categorías clave: docencia, investigación y extensión. En el ámbito de docencia, se destaca la problemática de registro de semilleros de investigación realizado de forma análoga e intermitente, para

lo cual se identificaron herramientas tecnológicas como DialogFlow, Firebase y Telegram. En investigación, se evidenció un sobreesfuerzo operativo en proyectos bibliométricos análogos, siendo Python y Google Colab las soluciones tecnológicas sugeridas. Finalmente, en extensión, se comprobó la vulnerabilidad en la gestión de datos de visitas de prácticas, para lo cual se sugieren AppSheet, Firebase y Looker Studio como insumos tecnológicos. El primer prototipo correspondió a un webscraper, diseñado para dinamizar la operación investigativa de una revisión bibliométrica. El estudio requería identificar manualmente los datos de los autores de literatura científica, lo que implicaba incluir individualmente cada dato en una matriz, por lo que este proceso representó una importante inversión de tiempo y personal del equipo de investigadores. Por esta razón, y a partir de experiencias como las de Hernández (2021), se desarrolló una herramienta digital en Google Colaboratory y el lenguaje Python, para automatizar el registro. En la Figura 2, se muestra el resultado de un experimento de tipo A/B, que permitió establecer que el uso del prototipo en fase de maduración TRL 4 reflejó una diferencia tangible y significativa entre los datos registrados con el grupo de control (B) y el grupo de prueba (A) que no implementó la herramienta.



	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Grupo A	24	38	77	97	128	156
Grupo B	30	56	93	132	164	197

Fig. 2. Resultados experimento tipo A/B. Elaboración propia.

Por esta razón, y a partir de experiencias como las de Hernández (2021), se desarrolló una herramienta digital en Google Colaboratory y el lenguaje Python, para automatizar el registro. En la Figura 2, se muestra el resultado de un experimento de tipo A/B, que permitió establecer que el uso del prototipo en fase de maduración TRL 4 reflejó una diferencia tangible y significativa entre los datos registrados con el grupo de control (B) y el grupo de prueba (A) que no implementó la herramienta. En relación con la función sustantiva de docencia, el diagnóstico identificó que el proceso intermitente de registro de las estudiantes del programa LEID en los semilleros de formación investigativa dependía de la presencialidad sincrónica de docentes y estudiantes para realizar el registro en las opciones disponibles (Javier, 2023). Para automatizar este procedimiento, se probaron las plataformas DialogFlow y Telegram; para el desarrollo de un asistente virtual que fue probado en entornos controlados de laboratorio. Esto permitió reconocer los flujos de recorrido de usuario dentro del aplicativo y algunos errores en lo que refiere a la fluidez de las sesiones registradas. Por otro lado, el prototipo desarrollado para proyección social se denominó PracticApp.

Con esta aplicación móvil se monitorea el avance del equipo docente en las visitas asignadas para acompañar a las estudiantes en sus prácticas profesionales. En la Figura 4 se presentan 4 vistas de la herramienta, que incluyen un menú de opciones, un mapa de localización, un registro de calificaciones y un histograma del total de registros durante los 3 momentos de seguimiento del periodo académico.

.

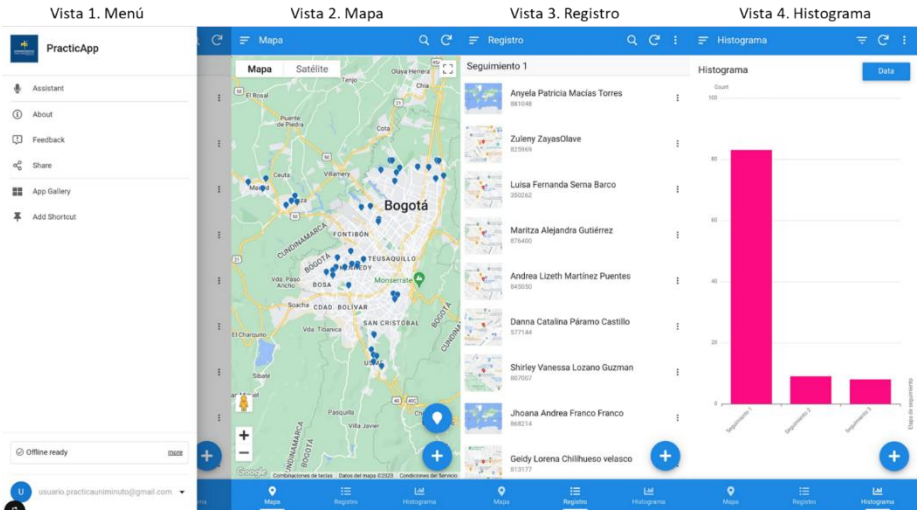


Fig. 4. Detalle del aplicativo PracticApp. Elaboración propia.

Esto permitió demostrar el potencial del Prototipo 3 para resolver el problema específico de proyección social, por lo que el proceso de incubación condujo al de aceleración que buscó conectar el aplicativo con un tablero de instrumentos para optimizar la toma de decisiones y el monitoreo del acompañamiento docente, proporcionando una visión detallada y personalizable del desempeño de cada estudiante con métricas de georreferenciación y mortalidad académica entre otras como se muestra en la Figura 5.

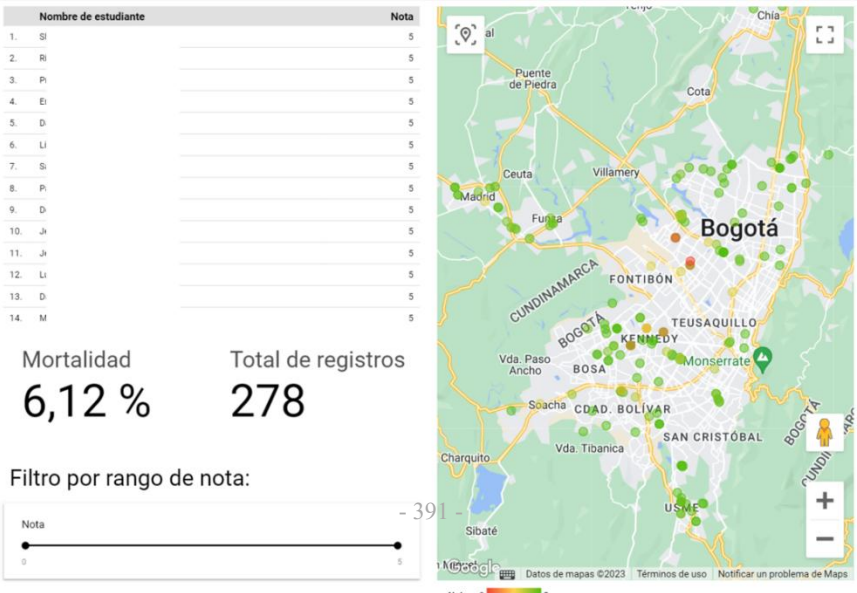


Fig. 5. Detalle de panel de visualización de datos. Elaboración propia.

4. Conclusiones

A pesar de los diferentes niveles de maduración tecnológica de las herramientas digitales, el desarrollo de los tres prototipos ofrece diversas oportunidades de aplicación para resolver problemas específicos. En particular, el tablero de la Figura 5 destaca por su flexibilidad y capacidad de adaptación a nuevos contextos, evidenciada a través del mapa de migración de aplicaciones. Las metodologías de innovación favorecen las oportunidades de experimentación y el potencial de trabajo colaborativo interno o interinstitucional y representan una ruta prometedora para crear soluciones comercializables en el futuro y contribuir a la estandarización de mediciones en la educación superior.

5. Referencias

Becerra, M. C. L., Vanegas, E. U., & Ricardo, A. M. P. (2024). Innovación: Una nueva función sustantiva en la educación superior colombiana. Hallazgos, 21(41), 41-71. https://doi.org/10.15332/2422409X.9547

Chacón, D. F. G. (2024). Transformación Digital y su Impacto en la Educación Superior: Competencias Tecnológicas para Docentes y Estudiantes en la Universidad Internacional San Isidro Labrador, Costa Rica. Revista El Labrador, 8(01). https://doi.org/10.61285/r.e.l.-uisil.v8i01.139

Consejo Nacional de Acreditación – CNA (2020). Acuerdo 02 de 2020. Ministerio de Educación República de Colombia. https://www.mineducacion.gov.co/portal/Educacion-superior/CESU/399567:Acuerdo-02-del-1-de-julio-de-2020

Facultad de Educación – UNIMINUTO Bogotá Distancia (2022). Autoevaluación de facultad según modelo de acreditación en alta calidad del CNA.

Hernández, G., Lien, D., Pérez, E., & Cesar, J. (2021). Herramienta para el procesamiento de indicadores bibliométricos de producción científica institucional (Bachelor's thesis, Universidad de las Ciencias Informáticas. Facultad 1). https://repositorio.uci.cu/handle/123456789/10409

Javier, M. A. C. (2023). Modelo de software chatbot para consultas docente plataformas virtuales de Aprendizaje en una universidad privada, 2021. Revista Cientifica Emprendimiento Científico Tecnologico, (4), 11-11. DOI. 10.54798/SLPY1967

Jhurree, V. (2005). Technology integration in education in developing countries: Guidelines to policy makers. International Education Journal, 6(4), 467-483. https://eric.ed.gov/?id=EJ855000

O'Connor, G. C. (2008). Grabbing lightning: Building a capability for breakthrough innovation. John Wiley & Sons.

Vaca, F. L. J., Guevara, J. E. C., Escudero, I. C. V., & Novillo, J. L. N. (2021). Rol del docente para la educación virtual en tiempos de pandemia: Retos y oportunidades. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 6(11), 30-45. DOI: 10.23857/pc.v6i11.3248

Validación del VRNQ en español: un instrumento para caracterizar aplicaciones innovadoras en Educación Científica que utilicen Realidad Virtual Inmersiva

Michael Padilla Mora[1], Alexa Alejandra Zúñiga Serrano[1]

[1] Colaboratorio para Acciones Investigativas en Mediación, Educación y Docencia.
Universidad Nacional (Costa Rica)
michael.padilla.mora@una.cr ; alexa.zuniga.serrano@una.cr

Resumen. Ante el auge en el uso de nuevas tecnologías digitales inmersivas como parte de las mediaciones pedagógicas vinculadas con el aprendizaje y enseñanza de temáticas científicas, se hacen también requeridos instrumentos robustos y adecuados para sistematizar y validar los nuevos recursos propuestos. Para el caso de las aplicaciones y experiencias que incorporan la realidad virtual, son escasos los instrumentos disponibles en español que faciliten este tipo de validación como apoyo a la hora de generar producciones didácticas u otros recursos pedagógicos inmersivos. Es por lo anterior que el presente artículo se orienta a la validación de una versión traducida al español del Cuestionario Neurocientífico para Realidad Virtual (VRNQ, por sus siglas en inglés). Este instrumento creado originalmente para el monitoreo de percepciones de usuarios acerca de los escenarios de Realidad Virtual Inmersiva a los que son expuestos, es propuesta aquí como una herramienta apta para ser incorporada a las cada vez más comunes iniciativas educativas que buscan hacer uso de aplicaciones de Realidad Virtual como nuevo medio para el aprendizaje significativo dentro de las experiencias de educación científica. El trabajo exhibe los resultados de un análisis factorial confirmatorio aplicado sobre respuestas de 189 participantes, incluyendo menores de edad y adultos, que corrobora una versión traducida al español y abreviada del cuestionario VRNQ como un instrumento apto para la exploración de las percepciones de las personas usuarias en dimensiones como: experiencia de usuario, mecánica de juego, asistencia durante la experiencia y sintomatología asociada. Para el proceso de validación, se creó además un escenario virtual inmersivo con temática espacial utilizando software libre, que se encuentra disponible de manera gratuita, para promover la alfabetización y familiarización en tecnologías inmersivas para usuarios sin experiencia previa.

Palabras clave: Realidad Virtual. Validación. Tecnologías Digitales Inmersivas. Software Libre

1. Introducción

Las nuevas tecnologías relacionadas con la inteligencia artificial (IA), la robótica, el *big data* o la realidad virtual, impactan de manera significativa la forma en que se construye y desarrolla la sociedad actual [1]. Desde el uso cotidiano de asistentes digitales en teléfonos inteligentes como Alexa o Siri, hasta la posibilidad de realizar trabajos complejos a partir de indicaciones concisas en aplicaciones generativas como

ChatGPT o Gemini, los campos en los que inciden estas nuevas tecnologías no se limitan a un ámbito de aplicación, sino que trastocan múltiples escenarios debido a sus amplias posibilidades. Una de las áreas en donde estas tecnologías emergentes encuentran un espacio natural de aplicación, se relaciona con la exploración e investigación de nuevas estrategias pedagógicas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Así, por ejemplo, encontramos el uso de robótica avanzada dentro de los procesos de enseñanza de programas STEAM [2] y la aplicación de realidad virtual inmersiva como medio para la simulación de entrenamientos que permita la familiarización con tecnologías mecánicas [3].

Dentro de estas nuevas propuestas destacan tecnologías inmersivas como la realidad virtual, cuyo potencial y relevancia para la educación científica emerge con la posibilidad de crear simulaciones en mundos virtuales, tridimensionales, navegables e interactivos percibidos por el usuario como reales y dotados de sentido de presencia, siendo la persona usuaria capaz de manipular los objetos visibilizados e interactuar con el ambiente de manera natural [4]. Diversos trabajos resaltan hoy las posibilidades de la realidad virtual inmersiva cuando se integra a las experiencias pedagógicas en el ámbito de la educación científica [5], [6], [7], [8], mismos que también ubican estas tecnologías como una alternativa ideal para acompañar los procesos formativos a partir del aprendizaje por simulación en áreas como la biología, la física, la ingeniería y la ecología. No obstante, aunque la habilidad para desarrollar aplicaciones virtuales inmersivas comenzará por tanto a ser cada vez más deseable para personas dedicadas a la educación científica, y pese a que los procesos para la validación de dichas aplicaciones deben apoyarse en instrumentos confiables, a la fecha no existen instrumentos en español específicamente validados y disponibles para esta finalidad.

Como es sabido, una de las metodologías de recolección de datos para la validación de aplicaciones más comunes y eficientes, utilizadas de manera regular dentro de la investigación son los cuestionarios. Este tipo de instrumentos representan una forma asequible de recabar la información, son de fácil acceso y aplicación, permitiendo construir una base estadística al recolectar datos sobre un amplio número de personas en un tiempo relativamente breve y propiciando el anonimato de las personas participantes mediante recodificación [9]. En las investigaciones sobre realidad virtual, un ejemplo destacado de cuestionario que cumple con las características anteriores es el *Virtual Reality Neuroscience Questionnaire (VRNQ)*, el cual constituye una de las herramientas más relevantes en la validación de aplicaciones de realidad virtual inmersiva en la actualidad.

El *Virtual Reality Neuroscience Questionnaire (VRNQ)* es un instrumento realizado por investigadores de las Universidades de Edimburgo y Naples [10], con el objetivo de evaluar la calidad de aplicaciones de realidad virtual inmersiva y la intensidad de los síntomas de malestar que puede experimentar una persona al usar el recurso. Es importante recordar que las características de la estimulación propioceptiva y vestibular en entornos de realidad inmersiva pueden afectar especialmente a los usuarios nóveles, provocando mareos, náuseas u otras molestias. Si no se consideran estos efectos, podrían influir negativamente en sus experiencias formativas.

Más en específico, el *VRNQ* es un cuestionario breve compuesto por 20 ítems que miden cuatro dimensiones: la experiencia del usuario, la mecánica del juego, la asistencia en el juego y los síntomas y efectos de malestar inducidos por el uso de realidad virtual inmersiva. Este instrumento destaca sobre otros cuestionarios

orientados a evaluar la realidad virtual como el Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) [11], Fast Motion Sickness Score (FMS) [12] y Short Version of the User Experience Questionnaire (UEQ-S) [13], al ser de baja complejidad, evaluar la idoneidad del software inmersivo propuesto desde la perspectiva de usuario, y por permitir evaluar dentro del mismo instrumento cuatro dimensiones que se integran para lograr caracterizar un perfil de medición estándar, confiable y rápido asociado con las aplicaciones propuestas [14].

El objetivo de esta investigación es determinar la confiabilidad y validez de una versión traducida al español y adaptada del *Virtual Reality Neuroscience Questionnaire (VRNQ),* en su utilidad para facilitar la caracterización de aplicaciones de realidad virtual inmersiva diseñadas para ser introducidas en procesos pedagógicos de educación científica u otras finalidades pedagógicas más generales. Hacer uso de este tipo de instrumento como apoyo para conocer las perspectivas de las personas usuarias al momento de utilizar las aplicaciones educativas inmersivas que podamos incorporar en nuestras experiencias de aprendizaje, constituye un aspecto clave en la aspiración de propiciar procesos de desarrollo e implementación más participativos, informados y seguros; especialmente si se considera que un empleo descuidado podría incluso favorecer sintomatologías de riesgo considerable y malestares asociados en detrimento del aprendizaje significativo deseado. En cambio, un registro adecuado de la experiencia de las personas usuarias al experimentar los escenarios inmersivos, además de permitir la identificación y mejora de características concretas generalmente relacionadas con la programación desinformada de algunos de los parámetros formales del renderizado en tiempo real [15], habilita el resguardo de la integridad de las personas aprendientes para promover mejores aprendizajes.

2. Materiales y Métodos

2.1 Participantes

El trabajo se realizó incluyendo un total de 189 participantes, 80 niños y niñas con edades entre los 9 y 13 años ($\overline{x}$ = 11.01), y 109 personas adultas con edades de entre los 17 y 61 años ($\overline{x}$ = 22.56). Todos los participantes menores de edad fueron estudiantes de cuarto, quinto y sexto nivel de la escuela pública Rafael Francisco Osejo, ubicada en Sabana Sur (San José, Costa Rica). En todos los casos, se obtuvo el consentimiento informado firmado por sus encargados legales. Las personas adultas fueron estudiantes universitarios de las carreras de Pedagogía con Énfasis en Educación Preescolar, Educación Especial y I y II Ciclo de la Universidad Nacional (Heredia, Costa Rica). Para los participantes mayores de edad, el consentimiento fue firmado por ellos mismos. Sin importar la edad, se excluyeron a todos los posibles participantes que reportaran malestares significativos relacionados con mareos o ansiedad asociables con el uso de los equipos de realidad virtual desde inicio de la experiencia.

2.2 Instrumento

Se utilizó una versión abreviada en español del instrumento *Virtual Reality Neuroscience Questionnaire (VRNQ)* elaborado por Kourtesis et al. [10], y originalmente desarrollado para evaluar la calidad de las experiencias de realidad virtual a partir de cuatro dimensiones: la experiencia del usuario, la mecánica del juego, la asistencia en el juego y los síntomas y efectos inducidos por la Realidad Virtual. El instrumento original, compuesto por 20 ítems, utiliza una escala Likert con opciones de respuestas de 1 a 7 para medir el nivel de acuerdo, agrado y dificultad percibidos por la persona durante la experiencia inmersiva. La versión traducida de los ítems de esta investigación fue valorada por un experto como adecuada al respecto del contenido original de cada ítem, y referida como adecuada por el sistema digital experto Gemini 2.0 basado en LLM [16]. La versión aquí empleada del cuestionario excluyó 4 ítems de la versión original, que resultaron ambiguos en función del criterio de respuesta acorde con los comentarios de algunos participantes en una aplicación preliminar. De este modo, cada dimensión quedó constituida por 4 ítems. En el presente trabajo además se utilizaron figuras similares a emoticones para ilustrar cada opción de respuesta en la escala Likert, misma que se redujo a 5 niveles de respuesta dada la inclusión de niños y niñas como participantes (El cuestionario se encuentra en el material suplementario).

2.3 Escenario de Realidad Virtual y Software

Como referente para facilitar una primera experiencia con la Realidad Virtual Inmersiva a usuarios nóveles o poco familiarizados, y como referente para la aplicación de las valoraciones mediante el cuestionario VRNQ, se construyó un escenario de realidad virtual inmersiva con temática espacial, donde los participantes obtuvieron una perspectiva de primera persona (POV por sus siglas en inglés), encontrando diferentes objetos con los cuales interactuar mientras exploraban libremente a través de distintos formatos de desplazamiento (caminado, volando, teletransportándose, etc.) (Ver detalle en Figura 1a). El escenario fue diseñado utilizando el software libre Unity para la creación de aplicaciones en 3D y el paquete VRIF [17] para la interactividad con los objetos disponibles a usuarios. Unity es actualmente uno de las principales suites de creación para el diseño de aplicaciones y experiencias educativas relacionadas con las ciencias [18]. El escenario inmersivo contempló los siguientes criterios de 1) interacciones ergonómicas que simulan movimientos de la mano en la vida real; 2) un sistema de navegación que utiliza la teletransportación y la movilidad física; 3) tutoriales comprensibles pertinentes a los controles; 4) instrucciones e indicaciones que ayudan al usuario a orientarse e interactuar con el entorno [19]. El escenario desarrollado y completamente funcional se encuentra accesible para su uso libre bajo licencia creative commons (Ver material suplementario).

2.4 Hardware, Procedimiento y Análisis

Se utilizaron los visores de realidad virtual Meta Quest 2 y Meta Quest 3 desarrollados por la compañía Meta Platforms. Estos dispositivos permiten que las personas participantes estén inmersas en la experiencia e interactúen en el entorno virtual. Además, en un inicio los dispositivos estuvieron conectados por medio de Meta

Quest Link a una computadora portátil marca MSI Katana 17 con procesador Intel Core i7 12650H, 16GB de RAM y tarjeta gráfica NVIDIA 4060 (Ver Figura 1b). Previamente a estas aplicaciones, el trabajo involucró la adaptación del instrumento al idioma español considerando en la traducción de los ítems el contexto costarricense y siguiendo el criterio experto. Luego se corroboró el criterio utilizando la herramienta de inteligencia artificial Gemini [16]. Además, se modificaron las opciones de respuesta de la Escala Likert a una escala de 1 a 5; debido a la necesidad de disminuir la cantidad de opciones de respuesta y simplificar el instrumento para ser aplicado también a niños y niñas. Por la misma razón se optó por acompañar las opciones de respuesta con emoticones de caras acompañando la numeración. Posteriormente, se realizó el enlace con la institución educativa escolar correspondiente para explicar el objetivo de la investigación y proceder a enviar a los padres de familia el consentimiento informado. El consentimiento explicó a las personas encargadas de los menores de edad el objetivo de la investigación, lo que se haría, los riesgos y beneficios, la voluntariedad y la confidencialidad de los datos recolectados. Posteriormente, se visitó el centro educativo entre el mes de octubre del 2023 al mes de agosto del 2024. Durante estas visitas, se explicó a los niños y las niñas las normas de seguridad necesarias para poder realizar la experiencia de realidad virtual; seguidamente, exploraron la aplicación desarrollada durante un periodo de tiempo de 10 minutos y finalmente, se aplicó el instrumento a validar.

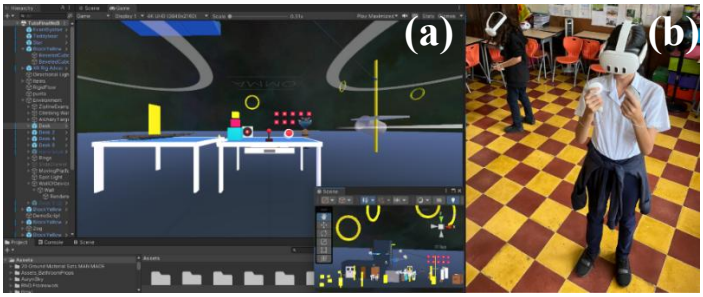


Fig.1. (a) Diseño del escenario de realidad virtual inmersiva con temática espacial. **(b)** Participantes utilizando visores de Realidad Virtual durante la experiencia.

Para el caso de la población universitaria se procedió a contactar docentes anuentes a participar una vez conocidos los objetivos de la investigación. Con anuencia de las personas docentes se procedió también a informar a las personas estudiantes sobre los objetivos de la investigación y se les solicitó firmar el consentimiento informado tras la lectura del documento. Los estudiantes que entregaron el consentimiento, al igual que los menores de edad, fueron informados sobre las normas de seguridad necesarias para poder realizar la experiencia de realidad virtual y exploraron el escenario inmersivo por 10 minutos para posteriormente llenar el cuestionario.

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R en su versión 4.0.1. El análisis implicó un análisis general descriptivo por mapa de calor para conocer el comportamiento general de las respuestas a los ítems y un análisis factorial confirmatorio utilizando el paquete lavaan de R [20] para examinar la validez del instrumento en su versión traducida.

3. Resultados

La Figura 2 muestra un mapa de calor con evidencia descriptiva asociada al comportamiento general en la distribución de las respuestas a los ítems por la totalidad de las personas participantes. Como se exhibe en la sección inferior derecha de la figura, la muestra general de los participantes juzgó en su mayoría con altas valoraciones aspectos del escenario diseñado relacionados con la experiencia de usuario como: calidad de la experiencia visual, calidad del sonido y el disfrute de la experiencia. Los valores porcentuales asociados con cada nivel de respuesta se presentan en cada casilla respectiva. También, en ese mismo sector derecho, pero a media tabla destacan buenas valoraciones mayoritarias para aspectos clave de la mecánica del escenario diseñado como: la facilidad para el uso de objetos, así como la experiencia de inmersión en el espacio virtual. La dimensión de asistencia durante la experiencia también destacó por la concentración del porcentaje de respuesta en altas valoraciones como evidencia los ítems de funcionalidad y replicabilidad de indicaciones proveídas.

La misma Figura 2 permite identificar con facilidad que, en consonancia con la buena recepción del escenario diseñado por parte de los participantes, el único conjunto de ítems que destaca por concentrar sus respuestas asociadas mayoritariamente en el sector izquierdo de la Figura 2, refiere a los relacionados con la exploración de sintomatología asociada con malestar. Es así como en la sección superior izquierda de la figura se visibilizan las zonas de calor respectivas a los ítems: sensaciones de vómito, sensaciones de mareo o de cansancio. En todos estos aspectos, porcentajes siempre superiores al 65% destacaron muy pocos o pocos reportes de sintomatología negativa en relación con el uso del escenario diseñado.

Posterior a la exploración inicial, se realizó un análisis factorial confirmatorio. Este análisis mostró que las varianzas asociadas con las respuestas de los participantes al cuestionario VRNQ en su versión traducida al español, puede explicarse de manera aceptable mediante los 4 factores propuestos por la teoría y evidencia original presentada por Kourtesis et al. [10]. De acuerdo con los criterios regulares en la literatura especializada, el modelo evidenció ajustes excelentes y buenos en cuatro de los principales indicadores de bondad ajuste (Ver Figura 3).

Así, los índices evidenciados por los resultados fueron los siguientes: CFI=0.911, SRMR=0.056, TLI=0.891, RMSEA=0.068 y $\chi 2$=183.915 (p<.001), df=98. En este último caso, si bien el chi-cuadrado evidenció un ajuste significativo, vale considerar que este indicador es altamente sensible al tamaño de la muestra, misma que en este estudio se elevó a un número todavía limitado. Por otra parte, los resultados mostraron que los ítems agrupados en cada factor latente tuvieron cargas factoriales significativas ($p < .05$), lo que demuestra la relevancia de sus aportes para medir los constructos subyacentes. De entre estas cargas, todas oscilaron entre valores que superaron el umbral recomendado de 0.400 para considerar relación adecuadas [21]. En general, los resultados brindan evidencia que confirma la estructura pretendida por los autores de la versión inglesa del VRNQ, como modelo subyacente que también caracteriza las relaciones entre los ítems constituyentes en esta versión abreviada y traducida al español (Ver coeficientes de covarianza exhibidos en la Figura 3).

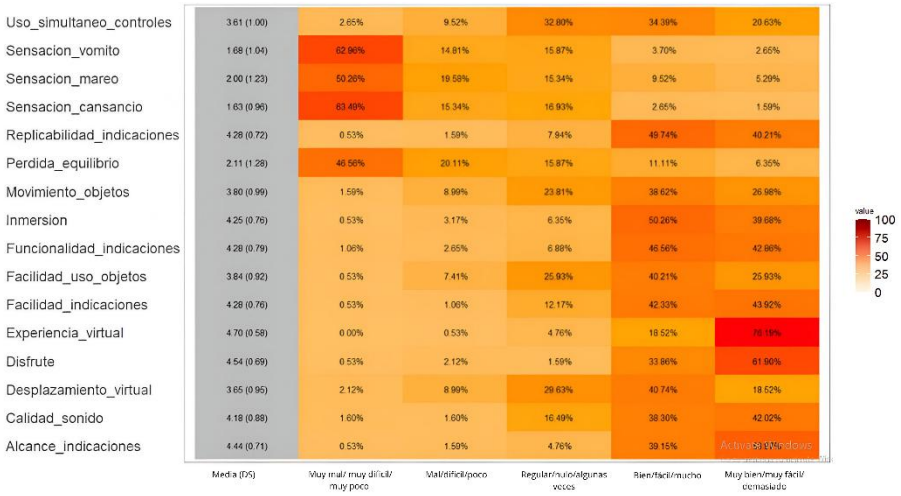


Fig. 2. Mapa de calor para la totalidad de los ítems del Cuestionario

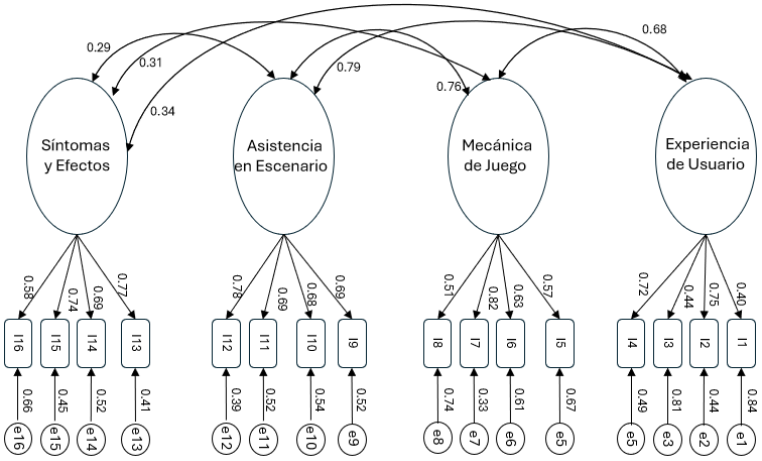


Fig. 3. Estructura del Modelo Confirmatorio incluyendo las cargas de ajuste.

4. Conclusiones

Iniciando el segundo cuarto del siglo XXI, el involucramiento de mediaciones apoyadas en experiencias inmersivas es cada vez más frecuente dentro de los procesos formativos en educación científica [5]. Además, la alta motivación de los aprendientes [22] y el costo de algunos visores ahora comparables al de cualquier teléfono móvil [23], permite prever que la tendencia seguirá en alza en el futuro inmediato. Esto,

aunado a la amplia disponibilidad de software libre y material de capacitación gratuito para la creación de mediaciones inmersivas, hace ahora viable para docentes y mediadores la creación de aplicaciones a la medida según las necesidades específicas de cursos, asignaturas, institutos y/o equipos de investigación. Sin embargo, aunque hoy sea viable este tipo de desarrollo para el enriquecimiento de los procesos de educación científica, los instrumentos en español para dar seguimiento a la respuesta de usuarios ante las aplicaciones propuestas son escasos. Desde el presente trabajo, los resultados del análisis confirmatorio de la versión abreviada en español del Cuestionario neurocientífico para Realidad Virtual aportan evidencia en favor de su uso como herramienta apta para sistematizar las experiencias de usuarios que utilizan aplicaciones de Realidad Virtual Inmersiva. Esto acredita al instrumento como herramienta a disposición de audiencias hispanohablantes interesadas en el desarrollo de aplicaciones y/o escenarios de realidad virtual como parte de producciones didácticas o recursos pedagógicos para la educación científica. Acorde con la evidencia presentada y los patrones de covarianza exhibidos por el modelo general, el conjunto de ítems caracteriza de manera adecuada las cuatro dimensiones previstas acorde con los presupuestos teóricos [10]. De entre ellas, la dimensión asociada con sintomatología resultó especialmente informativa para la realización de mejoras al escenario inmersivo, pues pese a que los resultados generales destacan por el mayoritario reporte de muy bajo malestar relacionado con mareos y náuseas en la muestra, en contraparte a variadas respuestas asociadas con la connotación positiva de la experiencia; el proceso realizado permitió también identificar al menos 7 personas (dos menores de edad) que sí reportaron mareo significativo y/o dolor de cabeza. La atención personalizada a esta diversidad supondrá un desafío a corto plazo para este tipo de mediación, especialmente en usuarios nóveles. Sin embargo, es importante destacar que, según trabajos posteriores no reportados acá, dichas molestias disminuyeron con el uso repetido. Dentro del material suplementario y en apoyo a la exploración de este aspecto, el escenario desarrollado como parte de este artículo se encuentra disponible sin costo para ser utilizado cuando se requiera alfabetización inicial en medios inmersivos de los aprendientes, previo al trabajo con las mediaciones propiamente de índole formativo científico. Por otra parte, y para mejor identificación de estas variaciones tanto en personas menores como para mayores de edad, futuros trabajos deberán aumentar el tamaño de la muestra y analizar modelos estratificados por edad, por cuanto el presente número de participantes fue apenas superior al recomendado para procesar el modelo confirmatorio total dado el número de ítems y dimensiones del cuestionario. Entre tanto, un futuro promisorio se vislumbra para la Realidad Virtual Inmersiva en el contexto de las aplicaciones de Educación Científica, y el VRQN en español puede ahora contarse dentro de las herramientas disponibles para explorarlo.

5. Material Suplementario

El escenario inmersivo desarrollado se encuentra disponible bajo licencia creative commons en el siguiente link: https://hdl.handle.net/11056/30592
El cuestionario se encuentra disponible en el siguiente link: https://hdl.handle.net/11056/30594

Para dudas o comentarios relacionados con el uso del tutorial o el cuestionario, favor contactar a cualquiera de los autores.

6. Referencias

[1] A. Leavy, L. Dick, M. Mavrotheris, E. Paparistodemou y E. Stylianou. «The prevalence and use of emerging technologies in STEAM education: A systematic review of the literature,» *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 39, pp. 1061–1082, Mar 2023. DOI: 10.1111/jcal.12806

[2] A. Santoya et al., «Robótica educativa desde la investigación como estrategia pedagógica apoyada en tic en la escuela,» *Cultura, Educación y Sociedad*, vol. 9, n°3, pp. 699-708, Dec 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.9.3.2018.82

[3] Y. Xie, Y. Zhang y Cai, Y. «Virtual Reality Engine Disassembly Simulation with Natural Hand-Based Interaction,» en *VR, Simulations and Serious Games for Education*. Singapur: Springer, 2019, pp. 121-130. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2844-2

[4] A. Sandoval y F. Tabash. «Realidad virtual como apoyo innovador en la educación a distancia,» *Revista Innovaciones Educativas*, vol. 23, pp.120-132, Oct 2021. doi.org/10.22458/ie.v23iespecial.3622

[5] R. Liu, L. Wang, J. Lei, Q. Wang y Youqun, R. «Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons,» *British Journal of Educational Technology,* vol.51, n°6, pp.2034-2049, Sep 2020. https://doi.org/10.1111/bjet.13028

[6] E. Pavlova, K. Ulanova, N. Valeeva y Y. Zakirova. «Virtual Reality as a New Tool In Teaching English for Specific Purposes to Ecology Students,» en *Conf. 4th International Technology, Education and Development Conference* (España), 2020, pp.5715-5720, https://doi.org/10.21125/inted.2020.1547

[7] M. Astatke, C. Weng , A. Yohannes, M. Isaac y W. Liou. «Influences of immersive virtual reality (IVR)-based science, technology, religion, engineering, art, and mathematics (STREAM) instructional approach on students' learning performances: Influences of immersive virtual reality (IVR),» *Educational Technology Research and Development*, vol.72, n° 6, pp.2921-2938, May 2024. https://doi.org/10.1007/s11423-024-10381-x

[8] G. Makransky, G. Petersen, y S. Sara. «Can an immersive virtual reality simulation increase students' interest and career aspirations in science? ,» *British Journal of Educational Technology,* vol.51, n°6, pp.2079-2097, May 2020. https://doi.org/10.1111/bjet.12954

[9] M. Pozzo, A. Borgobello y M. Pierella. «Uso de cuestionarios en investigaciones sobre universidad: análisis de experiencias desde una perspectiva situada,» *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, vol. 8, n°2, pp.1-15, Dec 2018. https://doi.org/10.24215/18537863e046

[10] P. Kourtesis, S. Collina, L. Doumas y S. MacPherson. «Validation of the Virtual Reality Neuroscience Questionnaire: Maximum Duration of Immersive Virtual Reality Sessions Without the Presence of Pertinent Adverse Symptomatology,»

Frontiers in human neuroscience, vol.13, pp.1-13, Nov 2019. https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00417

[11] R. Kennedy, N. Lane, K. Berbaum y M. Lilienthal. «Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness,» *The International Journal of Aviation Psychology*, vol 3, n°3, pp. 203-220, Nov 2009. https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3

[12] B. Keshavarz y H. Hecht. «Validating an efficient method to quantify motion sickness,» *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, vol.53, n°4, pp. 415-26, Apr 2011. https://doi.org/10.1177/0018720811403736

[13] M. Schrepp, A. Hinderks y J. Thomaschewski. «Design and Evaluation of a Short Version of the User Experience Questionnaire (UEQ-S) ,» *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, vol.4, n°6, pp.103-108, Dec 2017. https://dx.doi.org/10.9781/ijimai.2017.09.001

[14] A. Somrak y M. Pogacnik. «Suitability and Comparison of Questionnaires Assessing Virtual Reality-Induced Symptoms and Effects and User Experience in Virtual Environments,» *Sensors*, vol.21, pp.1-24, Feb 2021. doi.org/10.3390/s21041185

[15] E. Chang, H. Take y B. Yoo. «Virtual Reality Sickness: A Review of Causes and Measurements,» *International Journal of Human–Computer Interaction*, vol.36, n°17, pp.1658-1682, Jul 2020. https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351

[16] Google DeepMind, *Gemini 2.0: Large Language Model*, Google AI, 2024. Disponible en: https://deepmind.google/

[17] VR Interaction Framework, Version 2.0, Bearded Ninja Games, Unity Asset Store. Disponible en: https://assetstore.unity.com/packages/tools/vr/vr-interaction-framework

[18] C. L. Hemme et al. «Developing Virtual and Augmented Reality Applications for Science, Technology, Engineering and Math Education,» *BioTechniques*, vol.*75,* n°1, pp.11–20, Jun 2023. https://doi.org/10.2144/btn-2023-0029

[19] P. Kourtesis, S. Collina, L. Doumas y S. MacPherson. «Technological competence is a precondition for effective implementation of virtual reality head mounted displays in human neuroscience: a technological review and meta-analysis,» *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, Oct 2019. https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00342

[20] Y. Rosseel. «Lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling,» *Journal of Statistical Software*, vol. 48, n°2, pp.1–36, Jun 2012. doi:10.18637/jss.v048.i02.

[21] M. Kite y B. Whitley. «Principles of Research in Behavioral Science: Fourth Edition (4th ed.) ,» Routledge. May 2018. https://doi.org/10.4324/9781315450087

[22] G. Makransky1 y G. Petersen. «The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality,» *Educational Psychology Review*, vol. 33, Ene 2021. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2

[23] M. Romano et al. «Exploring the Potential of Immersive Virtual Reality in Italian Schools: A Practical Workshop with High School Teachers,» *Multimodal Technol. Interact*, vol. 7, n°12, Dic 2023. https://doi.org/10.3390/mti7120111

Desarrollo del pensamiento científico en la niñez: Evaluación del Science-K Inventory en China y perspectivas para su validación en Costa Rica

Christopher Osterhaus[1], Tamara Fuster Baraona[2], Pablo Andrés Sánchez Campos[3]

[1] Psicología del Desarollo. Universidad de Vechta (Alemania)
christopher.osterhaus@uni-vechta.de

[2] Universidad Nacional de Costa Rica
delia.fuster.baraona@una.cr

[3] Universidad Técnica Nacional de Costa Rica
psanchezc@utn.ac.cr

Resumen. El pensamiento científico es una competencia clave en la educación STEM, esencial para la alfabetización científica y el desarrollo del razonamiento crítico desde la infancia. Sin embargo, su evaluación en diversos contextos educativos sigue siendo un desafío. En este trabajo presentamos un estudio que tiene como objetivo validar la versión en español del Science-K Inventory en Costa Rica, una herramienta diseñada para medir el pensamiento científico en niños de educación primaria. Como primer paso, analizamos los resultados obtenidos en un estudio previo realizado en China, donde la versión en mandarín del Science-K Inventory demostró ser un instrumento confiable y válido. La validación en Costa Rica permitirá evaluar el desarrollo del pensamiento científico en un contexto latinoamericano, generando datos comparativos y proporcionando información clave para mejorar la enseñanza de las ciencias en el país y en la región iberoamericana.

Palabras clave: Pensamiento científico; educación primaria; validación transcultural; ciencia en la infancia

1. Introducción

El pensamiento científico es clave para la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y el desarrollo de ciudadanos críticos y reflexivos [1]. Implica habilidades como la formulación de hipótesis, el diseño de experimentos y la interpretación de datos. Estudios recientes han demostrado que estas capacidades comienzan a desarrollarse desde la niñez [2; 3]. Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre el pensamiento científico se han realizado en contextos europeos y norteamericanos. Para entender mejor su desarrollo en América Latina, es fundamental contar con instrumentos validados en diferentes contextos educativos y culturales.

Investigaciones realizadas en Alemania han mostrado que las habilidades de pensamiento científico se desarrollan progresivamente durante la infancia, pero que

existen grandes diferencias individuales entre los niños, dependiendo de factores como el nivel educativo de los padres, el tipo de instrucción recibida y el acceso a experiencias de aprendizaje basadas en la indagación [4-6]. Un estudio longitudinal realizado con niños de 6 a 10 años encontró que el desarrollo del pensamiento científico está fuertemente relacionado con la capacidad de los niños para comprender estados mentales complejos en los demás (Theory of Mind), lo que sugiere una interacción entre el razonamiento social y el pensamiento científico [3]. Además, se ha observado que el pensamiento científico puede predecir el desempeño en matemáticas y ciencias en la educación secundaria, lo que resalta su importancia desde una perspectiva educativa a largo plazo [7].

En este proyecto, validamos la versión en español del *Science-K Inventory* en Costa Rica, una herramienta estandarizada que evalúa el pensamiento científico en niños de educación primaria. El Science-K Inventory es una herramienta que ha sido aplicada con éxito en Alemania [2], Hungría [8], Italia [8] y actualmente está en proceso de validación en Japón y Turquía. Mide tres componentes fundamentales: (1) experimentación, evaluando la capacidad de los niños para diseñar pruebas justas y formular hipótesis, (2) interpretación de datos, midiendo su habilidad para analizar patrones y extraer conclusiones lógicas, y (3) comprensión de la naturaleza de la ciencia, examinando su conocimiento sobre cómo se generan y revisan los conceptos científicos.

El instrumento consta de 30 ítems (véanse Fig. 1 y 2 para ejemplos), ha demostrado ser fiable y válido en estudios previos [2; 3] y puede ser aplicado tanto en formato de entrevista como en formato papel y lápiz [10], lo que lo hace flexible para diferentes contextos educativos. Su validación en Costa Rica permitirá ampliar su aplicabilidad en el contexto iberoamericano y generar datos comparativos que ayuden a comprender mejor el desarrollo del pensamiento científico en la región.

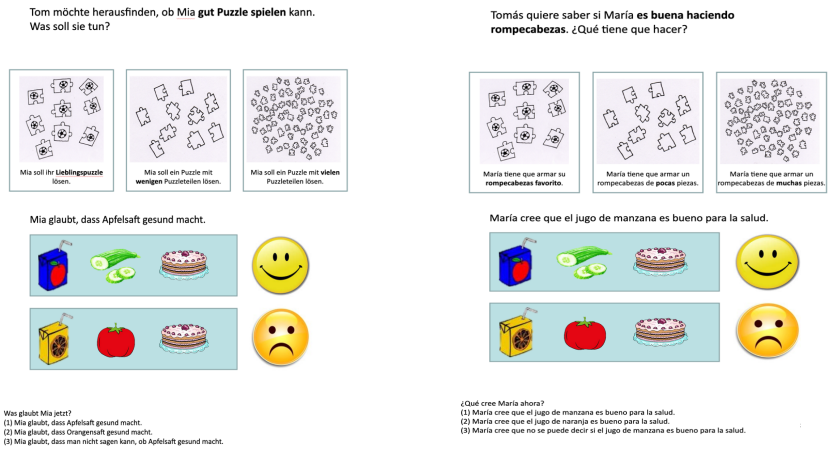


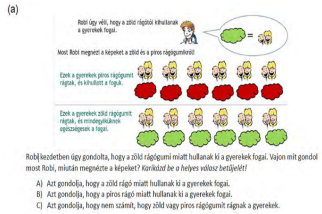
Fig. 1. Ítems de ejemplo sobre experimentación (arriba) y sobre interpretación de datos (abajo). Versión en alemán (izquierda) y versión en español (derecha).

Versión en chino [3]

Experimentar

Mia quiere averiguar si el cacao se disuelve mejor en leche caliente o en leche fría. ¿Qué debe hacer? ¿Agregar cacao a un vaso con leche caliente y fría (1; correcto), agregar cacao solo a leche caliente (2; incorrecto), o agregar cacao en mucha y poca leche (3; incorrecto)?

Versión en húngaro [8]



Interpretación de datos

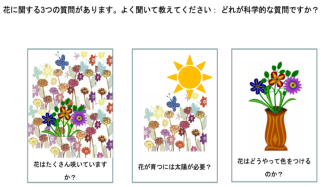
Luis cree que los chicles verdes perjudican los dientes. Ahora Luis mira las imágenes sobre el chicle verde y el chicle rojo. ¿Qué piensa Luis ahora, después de ver las imágenes?

A) Piensa que los dientes de los niños se caen por el chicle verde.

B) Piensa que los dientes de los niños se caen por el chicle rojo.

C) Piensa que no importa si los niños mastican chicle verde o rojo.

Versión en japonés [11]



Comprender el carácter de la ciencia

Te haré tres preguntas. Escucha atentamente y dime: ¿Cuál pregunta es de un investigador?

¿Existen muchas flores? (1; incorrecto)

¿Necesitan las flores sol para crecer? (2; correcto)

¿Cómo se vuelven coloridas las flores? (3; incorrecto)

Fig. 2. Ítems de ejemplo de las diferentes versiones lingüísticas.

2. Resultados de la Validación en China

2.1 Método

Participantes

El estudio en China se llevó a cabo con una muestra de 69 niños de primer grado de primaria, con edades comprendidas entre 6 y 7 años ($M = 6.38$, $SD = 0.49$). Los participantes fueron reclutados en dos escuelas ubicadas en la provincia de Hunan: una en un área urbana ($n = 53$) y otra en una zona rural ($n = 16$). Esta distinción permitió analizar diferencias en el desarrollo del pensamiento científico según el contexto socioeconómico.

Para garantizar la participación ética, se obtuvo el consentimiento informado de los padres y maestros, así como el asentimiento de los niños antes de la evaluación.

Instrumentos

El pensamiento científico fue evaluado utilizando la versión reducida del Science-K Inventory en chino (short versión in Chinese of the SKI; SC-SKI), una prueba estandarizada de 10 ítems que mide tres dimensiones clave:

1. Experimentación (4 ítems) – Evalúa la capacidad de los niños para diferenciar pruebas concluyentes de pruebas inconclusas y el dominio de la estrategia de control de variables.
2. Interpretación de datos (3 ítems) – Mide la habilidad de los niños para reconocer patrones de datos y entender la relación entre causa y efecto.
3. Comprensión de la naturaleza de la ciencia (NoS) (3 ítems) – Examina el conocimiento de los niños sobre cómo funciona la ciencia y qué tipo de preguntas hacen los científicos.

Cada ítem presentaba tres opciones de respuesta y se administró de manera individual en un formato de entrevista. Se registraron todas las respuestas para su posterior análisis.

Además, se midieron las habilidades lingüísticas mediante una prueba de vocabulario basada en el Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence (WPPSI). Esta evaluación incluyó 10 palabras traducidas al mandarín y se calificó en una escala de 0 a 2 puntos en función de la precisión de las definiciones proporcionadas por los niños.

Procedimiento

Las pruebas se administraron en dos sesiones individuales con cada niño. En la escuela urbana, las sesiones se realizaron en días separados, mientras que en la escuela rural se llevaron a cabo en un solo día debido a restricciones logísticas.

El orden de aplicación de los ítems del Science-K Inventory se contrabalanceó entre los participantes para minimizar efectos de orden. No se proporcionó retroalimentación sobre las respuestas de los niños.

Los datos fueron analizados con IBM SPSS 27 y R 4.0.4. Se calcularon medidas de confiabilidad (McDonald's ω_t), dificultad de los ítems, correlaciones entre variables y diferencias de grupo mediante pruebas *t* de Student.

2.2 Resultados

Desempeño en el Science-K Inventory

El puntaje promedio en la prueba de pensamiento científico fue del 53.4% de respuestas correctas en la escuela urbana y del 28.0% en la escuela rural. Mientras que el grupo urbano obtuvo puntajes significativamente superiores al azar [$t(68) = 6.653$, $p < .05$], los niños de la zona rural no superaron el umbral de respuestas esperadas por azar [$t(15) = -1.559$, $p > .05$].

Los ítems más difíciles fueron los relacionados con la interpretación de datos (Dat-1 y Dat-2) y la comprensión de la ciencia (NoS-3), en los cuales ninguno de los niños obtuvo más del 25% de respuestas correctas.

Diferencias entre el grupo urbano y rural

Los niños de la escuela urbana obtuvieron puntajes significativamente más altos en todas las dimensiones del pensamiento científico ($p < 0.05$), con una diferencia especialmente notable en los ítems de experimentación y comprensión de la ciencia.

La mayor diferencia entre ambos grupos se observó en los ítems de control de variables (Exp-3 y Exp-4), donde el 88.7% y 84.9% de los niños urbanos respondieron correctamente, frente al 12.5% y 37.5% en la muestra rural.

Relación entre pensamiento científico y habilidades lingüísticas

Se encontró una correlación significativa y sustancial entre el desempeño en la prueba de pensamiento científico y las habilidades de vocabulario ($r = .54$, $p < .05$). Sin embargo, la relación no fue uniforme entre las dimensiones del pensamiento científico: La comprensión de la naturaleza de la ciencia (NoS) no mostró una correlación significativa con el vocabulario ($r = .11$, $p = 0.4$). La interpretación de datos y la experimentación mostraron relaciones más fuertes ($r = .35$ y $r = .51$, respectivamente).

Relación entre pensamiento científico y habilidades lingüísticas

El análisis de confiabilidad mostró que el SC-SKI presentó una consistencia aceptable en la muestra china ($\omega_t = 0.60$), con coeficientes de confiabilidad de .43, .56 y .62 para experimentación, interpretación de datos y comprensión de la ciencia, respectivamente.

2.3 Discusión

Los resultados del estudio confirman que el Science-K Inventory (SC-SKI) es un instrumento válido y confiable para evaluar el pensamiento científico en niños de educación primaria en China. La prueba logró diferenciar el desempeño entre niños de zonas urbanas y rurales, lo que sugiere que el contexto socioeconómico y educativo juega un papel clave en el desarrollo del pensamiento científico. Además, la fuerte correlación entre pensamiento científico y habilidades lingüísticas respalda hallazgos previos en estudios europeos y resalta la importancia del lenguaje en la adquisición de competencias científicas.

Estos hallazgos tienen implicaciones educativas relevantes, ya que subrayan la necesidad de fortalecer la enseñanza del pensamiento científico desde edades

tempranas, especialmente en contextos con menor acceso a experiencias de aprendizaje basadas en la indagación. Futuros estudios deberían ampliar la muestra para mejorar la generalización de los resultados e investigar posibles ajustes en los ítems más difíciles del SC-SKI. Asimismo, la validación de esta herramienta en Costa Rica permitirá analizar diferencias culturales y contribuir a una comprensión más amplia del desarrollo del pensamiento científico en Iberoamérica.

3. Estudio planeado en Costa Rica

La validación del Science-K Inventory en Costa Rica se llevará a cabo con una muestra de aproximadamente 100 niños de educación primaria. La prueba evalúa tres dimensiones fundamentales del pensamiento científico:

1. Experimentación: Capacidad para diseñar experimentos y diferenciar variables.
2. Interpretación de datos: Habilidad para analizar información y extraer conclusiones.
3. Comprensión de la naturaleza de la ciencia: Conocimiento sobre la lógica científica y el papel de la evidencia.

Además, se recopilarán datos sobre el contexto socioeconómico y educativo de los participantes, permitiendo analizar los factores que influyen en el desarrollo del pensamiento científico en la niñez costarricense.

Costa Rica ha priorizado la educación como motor de desarrollo, pero enfrenta desafíos en la enseñanza de las ciencias, reflejados en evaluaciones internacionales como PISA. La validación del Science-K Inventory permitirá (1) evaluar de manera confiable las competencias científicas en niños costarricenses; (2) Comparar los resultados con estudios previos en otros países; (3) identificar áreas de mejora en la enseñanza de las ciencias; y (4) desarrollar estrategias educativas basadas en evidencia para fortalecer el pensamiento científico desde la educación primaria.

4. Conclusiones

Los resultados del estudio en China confirman que el Science-K Inventory es un instrumento fiable y válido para evaluar el pensamiento científico en niños de educación primaria, permitiendo identificar diferencias individuales y contextuales en su desarrollo. La correlación observada entre el pensamiento científico y las habilidades lingüísticas refuerza la importancia del lenguaje en la adquisición de competencias científicas.

La validación del Science-K Inventory en Costa Rica representa un paso crucial para comprender cómo se desarrolla el pensamiento científico en la niñez dentro de un contexto latinoamericano. Al generar datos comparativos con estudios previos en Alemania, China y otros países, se podrá analizar el impacto de factores educativos y socioculturales en el desarrollo del pensamiento científico. Esto no solo permitirá evaluar de manera más precisa las competencias científicas de los niños costarricenses,

sino que también contribuirá al diseño de estrategias pedagógicas más eficaces para fortalecer la enseñanza de las ciencias en Iberoamérica.

5. Referencias

[1] Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.

[2] Koerber, S., & Osterhaus, C. (2019). Individual differences in early scientific thinking: Assessment, cognitive influences, and their relevance for science learning. *Journal of Cognition and Development*, *20*(4), 510-533. https://doi.org/10.1080/15248372.2019.1620232

[3] Osterhaus, C., & Koerber, S. (2023). The complex associations between children's scientific reasoning and advanced theory of mind. *Child Development*, *94*(1), e18-e42. https://doi.org/10.1111/cdev.13860

[4] Edelsbrunner, P. A., Schalk, L., Schumacher, R., & Stern, E. (2018). Variable control and conceptual change: A large-scale quantitative study in elementary school. *Learning and Individual Differences*, *66*, 38-53. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.02.003

[5] Osterhaus, C., & Koerber, S. (2024). The personal epistemology of parents predicts the development of scientific reasoning in children aged 6–10 years. *Developmental Science*, e13474. https://doi.org/10.1111/desc.13474

[6] Osterhaus, C., Koerber, S., & Sodian, B. (2017). Scientific thinking in elementary school: Children's social cognition and their epistemological understanding promote experimentation skills. *Developmental Psychology*, *53*(3), 450-462. https://doi.org/10.1037/dev0000260

[7] Koerber, S., Mayer, D., Osterhaus, C., Schwippert, K., & Sodian, B. (2015). The development of scientific thinking in elementary school: A comprehensive inventory. *Child Development*, *86*(1), 327-336. https://doi.org/10.1111/cdev.12298

[8] Nagy, M. T., & Korom, E. (2023). Measuring Scientific Reasoning of Fourth Graders: Validation of the Science-K Inventory in Paper-Based and Computer-Based Testing Environments. *Journal of Baltic Science Education*, *22*(6), 1050-1062. https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.1050

[9] Lecce, S., Mascheretti, S., Stagnitto, S., & Osterhaus, C. (2024). Individual differences in Theory of Mind and children's advanced scientific reasoning in elementary school. *International Journal of Behavioral Development*. https://doi.org/10.1177/0165025424130554

[10] Nyberg, K., Osterhaus, C., & Koerber, S. (2020). How to measure scientific reasoning in primary school: A comparison of different test modalities. *European Journal of Science and Mathematics Education*, *8*, 137-144. http://scimath.net/articles/83/833.pdf

[11] Osterhaus, C., & Uchinokura, S. (2025, May). Exploring cultural influences on Theory of Mind and scientific reasoning: Insights from Japanese elementary school children. Symposium presented at the 55th Annual Meeting of the Jean Piaget Society, Belgrade, Serbia.

Da ficção à ciência: a inteligência artificial generativa na educação e pesquisa científica

Iury de Almeida Accordi, Andréia Ambrósio-Accordi, Lucas Paulo Magalhães dos Santos

Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Viamão (Brasil)
Iury.accordi@viamao.ifrs.edu.br; andreia.accordi@viamao.ifrs.edu.br; santoslucasp389@gmail.com.

Resumo. Este artigo explora a integração da inteligência artificial generativa (GenAI) na pesquisa acadêmica, com foco em seus benefícios e desafios. O objetivo é demonstrar como as ferramentas GenAI aprimoram a análise qualitativa de dados e contribuem para a compreensão temática. Metodologicamente, o estudo emprega um estudo de caso da pesquisa intitulada "Escolha o Apocalipse", que examina temas científicos em ficção científica. Os resultados indicam que o GenAI facilita processos como transcrição, codificação e análise temática, levando a uma visão mais profunda dos dados qualitativos. Destaca-se a importância de combinar os resultados da GenAI com a interpretação humana para lidar com possíveis imprecisões e "alucinações" nos dados. Enfatiza-se que, embora o GenAI ofereça vantagens significativas na eficiência e profundidade da pesquisa, a validação cuidadosa e a integração com os métodos tradicionais são essenciais para resultados confiáveis, melhorando, em última análise, a educação científica.

Palavras-chave: cointeligência humano-artificial. educação científica. alucinações da IA.

1. Introdução

A inteligência artificial generativa (GenAI) tem grande potencial para otimizar a pesquisa acadêmica e a educação científica, podendo automatizar a avaliação e oferecer *feedback* personalizado, permitindo que os pesquisadores foquem em aspectos mais importantes de seu trabalho [1]. Também auxilia na organização e gestão de grandes volumes de dados, economizando tempo em tarefas administrativas [2], além de facilitar análises complexas, como transcrição e codificação, democratizando o acesso a metodologias avançadas [2]. A GenAI também identifica informações valiosas em grandes conjuntos de dados e contribui na geração de revisões de literatura e elaboração de trabalhos acadêmicos [3]. Além disso, pode melhorar a clareza e qualidade da redação [4].

Nesse sentido, as ferramentas de GenAI, como Grandes Modelos de Linguagem (LLM) e aplicativos como TRACER e ChatGPT, estão sendo cada vez mais integradas à análise qualitativa de dados acadêmicos, melhorando a eficiência e profundidade da pesquisa [5] e ampliando as possibilidades de educação científica. Elas facilitam tarefas

como transcrição, codificação e análise temática e, combinadas aos métodos tradicionais, possibilitam análises temáticas indutivas, oferecendo processamento aprimorado para uma compreensão mais detalhada dos dados qualitativos, embora seja necessário realizar validação rigorosa para lidar com possíveis inconsistências nos resultados de GenAI [6].

Este artigo examina o uso de GenAI como uma inovação metodológica central na análise de dados de uma pesquisa acadêmica intitulada “escolha o apocalipse: problematizando a ciência a partir da ficção científica”, que visa à educação científica do público em geral sobre as temáticas científicas abordadas em obras midiáticas. O objetivo é apresentar um caso de uso específico em que as GenAI ChatGPT e Copilot contribuíram para uma análise mais aprofundada de dados textuais, ampliando a interpretação e os *insights* obtidos. Além de explorar as nuances metodológicas envolvidas, o artigo discute a integração entre os resultados gerados pela GenAI e a interpretação humana, analisando os desafios enfrentados em relação à precisão dos dados; a fabricação de informações, conhecidas como “alucinações” e sua importância para a educação cientifica, temas ainda pouco explorados na pesquisa acadêmica.

Quanto às preocupações com a precisão dos dados, as GenAI podem gerar códigos distintos dos humanos, causando interpretações errôneas de dados qualitativos [7]. Sua precisão depende da qualidade dos dados de treinamento, podendo introduzir vieses [6]. Também geram informações plausíveis, mas errôneas (alucinações) [6], e têm dificuldade em compreender contextos diferenciados, produzindo resultados desalinhados com os dados qualitativos originais [8]..

2. Percurso metodológico

A pesquisa "Escolha o Apocalipse: Problematizando a Ciência a partir da Ficção Científica" analisou teorias e evidências científicas sobre diferentes tipos de apocalipse, com base em obras da cultura popular. O objetivo foi examinar como a civilização, a humanidade, o planeta Terra e o universo podem perecer, explorando os fundamentos científicos abordados nessas produções. O referencial bibliográfico incluiu Escolha a Catástrofe [9], Uma Biografia do Universo [10], O Fim da Terra e do Céu [11] e Os Três Últimos Minutos [12].

A GenAI foi utilizada para otimizar a busca de informações científicas e midiáticas, facilitando a identificação e classificação dos conceitos científicos nas obras analisadas. Foram empregadas as versões gratuitas do GPT-4o mini e Copilot para a análise das obras de ficção científica, enquanto Scispace e Consensus auxiliaram na revisão de literatura e na análise de conteúdo acadêmico.

O percurso metodológico incluiu testes de precisão das GenAI, avaliação de possíveis alucinações [13] e diálogos para contextualizá-las na temática apocalíptica. Além disso, foi solicitado que identificassem conceitos científicos em diversas obras, permitindo sua classificação. Todas as fontes citadas pelas GenAI foram verificadas e omitidas do artigo por não integrarem o escopo da pesquisa.

As referências teóricas foram acessadas via Scispace, que também auxiliou na contextualização das bibliografias utilizadas. Os diálogos com as GenAI foram conduzidos em português, exceto quando indicado.

3. Resultados e discussões

O processo de pesquisa colaborativa com a GenAI niciou com um diálogo de aferição do ChatGPT, prospectando se a GenAI conhecia a obra de referência na qual a pesquisa estava embasada.

Pesquisador. *Você conhece o livro escolha a catástrofe de Isaac Asimov?*

ChatGPT. *[...]. Este livro é uma coletânea de contos de ficção científica escritos por Asimov e publicados pela primeira vez em 1953. Cada conto apresenta uma situação de crise ou catástrofe e explora como os personagens resolvem esses problemas usando princípios científicos e racionais [...].*

Embora o acerto na parte biográfica sobre o autor, a GenAI se equivocou por completo sobre a temática do livro, gerando um caso de alucinação. [14] prescreve que, quando o ChatGPT alucina, devido à falta de conhecimento, é essencial verificar as informações de fontes confiáveis, fornecer um contexto claro e reformular as consultas.

Dessa forma, reformulamos a consulta, na tentativa de fornecer um contexto mais claro e inserindo informação confiável ao *prompt* de comando utilizado: *você deve estar se confundindo, pois escolha a catástrofe (A Choice of Catastrophes, em inglês) é um livro de não-ficção que descreve tipos de catástrofes que podem nos atingir enquanto habitantes do planeta terra.*

Sob essa circunstância, o ChatGPT reconheceu o seu erro da seguinte forma: *peço desculpas pela confusão anterior. Você está correto. "Escolha a Catástrofe" (A Choice of Catastrophes, em inglês) é, de fato, um livro de não-ficção de Isaac Asimov. O livro discute vários tipos de catástrofes naturais e ameaças que podem afetar a humanidade como habitantes da Terra [...].*

Diante do "pedido de desculpas" da GenAI, o pesquisador resolveu ir mais fundo na aferição, perguntando: *quais são os cinco tipos de catástrofes indicados por Asimov nesse livro?*

No que o ChatGPT respondeu: *O livro [...] discute cinco tipos principais de catástrofes que podem afetar a humanidade [...]: Catástrofes Geológicas [...]; Catástrofes Climáticas [...]; Catástrofes Cósmicas [...]; Catástrofes Biológicas [...]; Catástrofes Sociais e Tecnológicas [...].*

Diante de uma nova alucinação, na qual o ChatGPT exibiu uma resposta completamente incorreta, o pesquisador tentou perguntar em inglês, explorando a possibilidade de que a GenAI conhecia a obra somente em sua versão em inglês: *do you know the book A Choice of Catastrophes write fo isaac asimov?*

A GenAI emitiu uma resposta que era a transcrição literal, traduzida para o inglês da resposta já emitida em português. Dessa forma, evidenciamos que a GenAI não conhecia a obra e que qualquer menção a ela corria o risco de estar incorrendo em erro. A indisponibilidade da obra em acervos on-line, pode ser uma limitação ao alcance das GenAI. [15] aponta que o ChatGPT auxilia na educação, mas tem desempenho limitado em temas especializados e pode gerar informações imprecisas ou plágio. Nesse sentido, [16] destacam a importância de uma avaliação crítica para seu uso eficaz.

Feita essa primeira aferição e, em vista do resultado negativo, resolvemos fazer um novo teste, desta vez com uma questão relacionada ao tema da pesquisa.

Perguntamos ao ChatGPT: *na sua opinião, qual a causa da infecção na série Walking Dead?*

ChatGPT: *[...] a causa da infecção zumbi não é completamente explicada e é deixada em grande parte como um mistério. [...] Ao longo da série, há algumas teorias apresentadas, mas nenhuma delas é confirmada como a causa definitiva.*

A próxima pergunta, serviu para testar a GenAI a respeito da sua confiabilidade ao fornecer informações sobre produções midiáticas que versavam sobre determinadas tipologias apocalípticas abordadas pela pesquisa.

Pesquisador: *cite produções pós-apocalípticas com o temática de zumbis*.

ChatGPT: *claro, o gênero pós-apocalíptico de zumbis é popular e tem gerado várias produções notáveis ao longo dos anos. Aqui estão algumas produções pós-apocalípticas com a temática de zumbis: "The Walking Dead" [...]; "Zumbilândia" (Zombieland) [...]; "Resident Evil" [...]; "Extermínio" (28 Days Later) [...].*

Os diálogos continuaram, agora, pedindo ao ChatGPT que citasse produções abordando outras tipologias de apocalipses, como alienígena, biológico, nuclear, cósmico e nuclear.

Para a próxima fase do diálogo, começamos a testar o grau de exatidão e conhecimento da GenAI referente a determinadas obras de ficção científica com a temática apocalíptica.

Pesquisador: *comente sobre os aspectos científicos abordados no filme interestelar*.

ChatGPT: *o filme "Interestelar," [...], aborda vários aspectos científicos relacionados à astrofísica, à exploração espacial e à teoria da relatividade de Albert Einstein. [...]. Aqui estão alguns dos aspectos científicos abordados na série: buraco de Minhoca (Worm hole) [...]; planetas potencialmente habitáveis [...]; teoria da relatividade [...]; gravidade e singularidades [...]; agricultura espacial [...]; reserva de grávitons [...].*

Após a resposta da GenAI, percebemos seu potencial não apenas na classificação de obras apocalípticas, mas também na identificação de conceitos científicos nelas presentes. [17, 18] destacam que as GenAI auxiliam na análise de dados, oferecendo insights e padrões não imediatos. Isso otimizou um aspecto essencial da pesquisa, economizando tempo.

Na sequência, apresentamos uma lista de obras à GenAI, que retornou conceitos científicos, permitindo classificá-las adequadamente. Após essa etapa, iniciamos um processo semelhante com o Copilot, assumindo seu funcionamento similar ao ChatGPT e focando na identificação de conceitos científicos em ficções apocalípticas.

Pesquisador: *na sua opinião, o que é a causa dos acontecimentos do filme guerra do amanhã"?*

Copilot: [a narrativa d]*o filme segue Dan Forester, um professor de ciências e ex-militar, que recebe a missão de impedir o extermínio dos humanos em uma guerra contra alienígenas que está acontecendo em 2051. [...]*

Pesquisador: *quais fundamentos científicos do filme, você acha que pode ocorrer na realidade?*

Copilot: *em "A Guerra do Amanhã", [...], alguns elementos têm inspiração em conceitos científicos [...]: viagem no tempo e paradoxo temporal [...]; adaptação biológica [...]; teoria da evolução e seleção natural [...].*

Assim como o ChatGPT, o Copilot forneceu respostas válidas sobre obras apocalípticas, enriquecendo as análises. A pesquisa evidenciou que as GenAI permitem uma exploração mais profunda da temática, gerando *insights* inovadores [18]. Além disso, observamos maior eficiência na pesquisa, com abordagens mais organizadas e

tempos de resposta reduzidos [19]. Isso nos permitiu focar em aspectos complexos e criativos, evitando tarefas administrativas. [20] destaca que a colaboração com GenAI estimula a criatividade, o que confirmamos ao notar maior engajamento dos bolsistas na leitura e escrita, promovendo um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e lúdico, o que é crucial para a educação científica.

Embora a pesquisa com GenAI tenha otimizado processos, identificamos desafios que exigem atenção. Conforme [21], o ChatGPT pode aumentar a eficiência, mas não deve substituir pesquisadores humanos, sendo essencial a colaboração entre GenAI e expertise acadêmica para garantir precisão e integridade.

Entre os desafios que podem ser encontrados, destaca-se a possível redução do pensamento crítico e da capacidade de resolução de problemas, especialmente em estudantes de iniciação científica, que podem não questionar o conteúdo gerado [22]. Além disso, o uso excessivo dessas ferramentas pode comprometer habilidades cognitivas essenciais, dificultando o pensamento independente e a avaliação crítica [23], afetando negativamente a aprendizagem científica.

Outro problema, são as chamadas “alucinações” da GenAI (informações plausíveis, porém incorretas). Como observado na pesquisa, tais erros podem confundir alunos e comprometer sua capacidade de discernimento [24]. No entanto, a colaboração entre GenAI e pesquisadores permitiu identificar e descartar esses erros.

4. Conclusões

O estudo analisou o uso de inteligência artificial generativa (GenAI) como suporte à pesquisa acadêmica, destacando sua aplicação na organização e categorização de dados qualitativos. Os resultados indicam que a GenAI contribuiu para a sistematização da análise, permitindo identificar e classificar conceitos científicos em obras de ficção apocalíptica. No entanto, a profundidade da exploração temática e a geração de *insights* inovadores dependeram da interação crítica dos pesquisadores, uma vez que as ferramentas apresentaram limitações na interpretação e contextualização dos dados.

A eficiência no processo investigativo foi aprimorada pelo uso da GenAI, especialmente na automatização de tarefas como transcrição e estruturação de informações. Apesar disso, a precisão dos resultados exigiu validação por meio de métodos tradicionais, reforçando a necessidade de complementar a análise automática com a expertise humana para garantir confiabilidade e evitar distorções.

Além disso, a inserção da GenAI na pesquisa proporcionou uma nova dinâmica na abordagem metodológica, incentivando a experimentação com diferentes perspectivas e facilitando a estruturação do trabalho. Contudo, o impacto sobre a criatividade variou conforme o contexto de uso, sendo influenciado pela forma como os pesquisadores interagiram com as sugestões geradas.

Dessa forma, a pesquisa ressalta que, embora a GenAI possa otimizar processos acadêmicos e ampliar possibilidades analíticas, sua aplicação deve ser acompanhada de uma avaliação crítica, garantindo que os resultados sejam interpretados de maneira contextualizada e rigorosa. A combinação entre inteligência artificial e expertise humana se mostrou um caminho promissor para a pesquisa científica, desde que suas limitações sejam compreendidas e mitigadas adequadamente.

5. Referências

[1] R. P. Dhagare, «Generative AI and education: a symbiotic relationship,» *International Journal For Science Technology And Engineering*, vol. 12, nº 11, p. 1042–1045, 2024. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.65279. [Último acesso: 30 01 2025].

[2] M. Perkins e J. Roe, «Generative AI Tools in Academic Research: Applications and Implications for Qualitative and Quantitative Research Methodologies,» *arXiv:2408.06872*, 2024. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.48550/arxiv.2408.06872. [Último acesso: 30 01 2025].

[3] S. Panda e N. Kaur, «Exploring the role of generative AI in academia: Opportunities and challenges,» *IP Indian Journal of Library Science and Information Technology*, vol. 9, nº 1, p. 12–23, 2024. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.18231/j.ijlsit.2024.003. [Último acesso: 30 01 2025].

[4] J. P. Andersen, L., Degn , R. Fishberg, E. K., Graversen , S. P. J. M. Horbach, E. K. Schmidt, J. W. Schneider e M. P. Sørensen, «Generative Artificial Intelligence (GenAI) in the research process – a survey of researchers' practices and perceptions,» *Technology and Society*, vol. 81, 2025. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.102813. [Último acesso: 30 01 2025].

[5] S. Sabbaghan, «Exploring the synergy of human and AI-driven approaches in thematic analysis for qualitative educational research,» *Journal of Applied Learning & Teaching*, vol. 7, nº2, 2024. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.37074/jalt.2024.7.2.32. [Último acesso: 30 01 2025].

[6] M. Perkins e J. Roe, «The use of Generative AI in qualitative analysis: Inductive thematic analysis with ChatGPT,» *Journal of Applied Learning & Teaching*, vol. 7, nº1, 2024. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.37074/jalt.2024.7.1.22. [Último acesso: 30 01 2025].

[7] S. Qiao, X. Fang, C. Garrett, R. Zhang, X. Li e Y. Kang, «Generative AI for Qualitative Analysis in a Maternal Health Study: Coding In-depth Interviews using Large Language Models (LLMs),» *medRxiv 2024.09.16.24313707*, 2024. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.1101/2024.09.16.24313707. [Último acesso: 30 01 2025].

[8] J. Kasperiūnienė e N. Mažeikienė, «AI-Enhanced Qualitative Research: Insights from Adele Clarke's Situational Analysis of TED Talks,». *The Qualitative Report*, vol. 19, nº 9, p. 2502-2526, 2024. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.46743/2160-3715/2024.7652. [Último acesso: 30 01 2025].

[9] I. Asimov, «Escolha a Catástrofe,» Ed. Círculo do Livro, 1982.

[10] F. Adams e G. Laughlin, «Uma Biografia do Universo: do Big Bang à Desintegração Final,». Ed. Zahar, 2001.

[11] M. Gleiser, «O fim da Terra e do Céu: o apocalipse na Ciência e na Religião,» Editora Schwarcz, 2001.

[12] P. Davies, «Os Três Últimos Minutos: conjeturas sobre o destino final do universo,» Ed. Rocco, 1994.

[13] N. F. Liu, T. Zhang e P. Liang, «Evaluating Verifiability in Generative Search Engines,» *arXiv:2304.09848v2 [cs.CL]*, 2023. [On-line]. DOI: 10.48550/arXiv.2304.09848. [Último acesso: 30 01 2025].

[14] S. M. N. Sakib , «Bane and Boon of Hallucinations in the Context of Generative AI,» IGI Global, 2024, p. 276–299. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2643-5.ch016. [Último acesso: 30 01 2025].

[15] C. K. Lo, «What Is the impact of ChatGPT on education? a rapid review of the literature,». *Education Sciences*, vol. 13, nº 4, art. 410, 2023. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.3390/educsci13040410. [Último acesso: 30 01 2025].

[16] K. R. Silva, L. S. O. Barbosa, W. L. Botelho, , J. M. B. Pinheiro, I. S. Peixoto e I. V. C. B. Menezes, «Inteligência artificial e seus impactos na educação: uma revisão sistemática,». *RECIMA21 -CiênciasExatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia*, vol. 4, nº 11, e4114353, 2023. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.47820/recima21.v4i11.4353. [Último acesso: 30 01 2025].

[17] D. Kingsley, «Can generative AI facilitate the research process? It's complicated,». *College & Research Libraries News*, vol. 84, nº 9, p. 342-345, 2022. [On-line]. DOI: https://doi.org/10.5860/crln.84.9.342. [Último acesso: 30 01 2025].

[18] Z. Osman, N. H. Alwi, K. H. M. Jodi, B. N. A. Khan, M. N. Ismail e Y Yusof, «Optimizing Artificial Intelligence Usage among Academicians in Higher Education Institutions,» *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance & Management Sciences*, vol. 4, nº 2, 2024. [On-line]. Disponível em: http://dx.doi.org/10.6007/IJARAFMS/v14-i2/20935. [Último acesso: 30 01 2025].

[19] F. D. Zucco, C. Reis, G. A. Patricio, P. S. Reinert e V. Souza, «Inteligência artificial na educação superior: práticas na pesquisa, no ensino e na extensão universitária,» *Observatório de la Economía Latinoamericana*, vol. 21, nº 12: p. 23955–23971, 2023. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.55905/oelv21n12-028. [Último acesso: 30 01 2025].

[20] G. S. R.Johann, «Construindo narrativas em co-criação com inteligência artificial na educação brasileira,». In *Proceeding of the RIEOnLIFE + WLC*, Montes Claros: IFNMG, 2023. [On-line]. Disponível em: from: https://eventos.ifnmg.edu.br/RIEWLC/651a3117f0741.pdf. [Último acesso: 30 01 2025].

[21] G. S. Rodrigues, V. R. A. Brandão e R. M. A. Trivelato, «ChatGPT: uma ferramenta para a pesquisa científica?,» *Código 31*, vol. 2, nº 1, p. 73-93, 2024. [On-line]. Disponível em: http://revista.fumec.br/index.php/codigo31/article/view/9916. [Último acesso: 30 01 2025].

[22] K. I. Roumeliotis e N. D. Tselikas, «ChatGPT and Open-AI Models: A Preliminary Review,» *Future Internet*, vol. 15, nº 6, art. 192, 2023. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.3390/fi15060192. [Último acesso: 30 01 2025].

[23] E. Çela, M. M. Fonkam, R. M. Potluri, «Risks of AI-Assisted Learning on Student Critical Thinking: A Case Study of Albania,», vol. 12, nº 1, 2024. [On-line]. DOI: 10.4018/IJRCM.35018. [Último acesso: 30 01 2025].

[24] A. Gadiko, «Understanding and Addressing AI Hallucinations in Healthcare and Life Sciences,» *International Journal of Health Sciences*, vol. 7, n. 3, p. 1 – 11, 2024. [On-line]. DOI: 10.47941/ijhs.1862. [Último acesso: 30 01 2025].

[25] S. S. Diware, S. R. Dahapute, L. C. Karale, M. R. Bhide, H. M. Raghuwanshi, «A Review on Can AI Replace Humans?,». *International Journal For Science Technology And Engineering*, vol. 11, n. 5, p. 3420–3422, 2023. [On-line]. Disponível em: https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.52373. [Último acesso: 30 01 2025].

Metodologias ativas no ensino de Geografia: o Geoverso como ferramenta inovadora no Ensino Superior

Laís Naiara Gonçalves dos Reis[1], Laís Moraes de Oliveira Porfírio[2], Marco Túlio Martins [3], Josimar dos Reis de Souza[4]

[1] Departamento de Geografia. Universidade Estadual de Goiás (Brasil)
laisngr@ueg.br

[2] Departamento de Geografia. Universidade Estadual de Goiás (Brasil)
lais.oliveira@ueg.br

[2] Departamento de Geografia. Universidade Estadual de Goiás (Brasil)
marco.martins@ueg.br

[4] Departamento de Geografia. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Brasil)
josimarsouza@cefetmg.br

Resumo. O aprendizado ativo tem se destacado como um modelo educacional inovador, promovendo maior engajamento e colaboração dos estudantes. No ensino superior, metodologias ativas são essenciais para tornar o aprendizado mais dinâmico e interativo. Dentro desse contexto, a Realidade Virtual (RV) surge como uma ferramenta pedagógica eficaz, possibilitando experiências imersivas para a compreensão de conceitos geológicos complexos. Este estudo analisa a aplicação da RV no ensino da disciplina de Geologia no curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Estadual de Goiás (UEG), com foco nos temas tempo geológico e Sistema Solar. Foram utilizados óculos Meta Quest 2 e aplicativos interativos, como CHART VR, VR Explorer, National Geographic VR e 360 VR Tour, permitindo a exploração detalhada da escala de tempo geológico e a interação com representações virtuais do Sistema Solar. A metodologia envolveu atividades imersivas, seguidas de avaliações pré e pós-teste para medir a retenção do conhecimento. Os resultados indicaram que a RV melhora significativamente a assimilação dos conteúdos e proporciona uma experiência de aprendizado mais dinâmica e envolvente no ensino de Geociências.

Palavras chave: Geoverso. Realidade virtual. Ensino.

1. Introdução

A tecnologia tem transformado a Educação, trazendo novas possibilidades para o ensino. Com isso, práticas inovadoras têm sido incorporadas para tornar o aprendizado mais dinâmico. Nesse contexto, o papel do professor se modifica, deixando de ser

apenas um transmissor de conhecimento para atuar como mediador. O aluno, por sua vez, passa a ter um papel mais ativo, interagindo com os conteúdos e construindo seu próprio aprendizado [1]. As Metodologias Ativas surgem como um conjunto de estratégias que incentivam a autonomia e o pensamento crítico dos estudantes. Quando bem aplicadas, essas práticas aumentam o engajamento dos alunos e aproximam os temas abordados da realidade cotidiana. No entanto, apenas utilizar novas tecnologias não garante um ensino mais eficiente. É essencial que sua aplicação tenha propósitos pedagógicos bem definidos, permitindo um aprendizado mais significativo [2].

Neste amplo universo das metodologias ativas e uso de inovação no processo de ensino-aprendizagem a Realidade Virtual (RV) destaca-se como uma ferramenta poderosa, trata-se de uma tecnologia interativa que permite recriar digitalmente o mundo real em um ambiente virtual, utilizando uma conexão entre um computador e dispositivos de exibição em três dimensões, como óculos ou capacetes específicos para essa experiência [3]. Diante da significativa revolução tecnológica em curso e da crescente presença dessas inovações no dia a dia da sociedade, torna-se essencial refletir sobre como essas ferramentas podem ser aplicadas de maneira eficaz no processo de ensino-aprendizagem dentro do contexto escolar [4].

Dessa maneira, percebe-se que o ensino superior também está passando por transformações, mas ainda precisa evoluir, uma vez que o modelo tradicional, baseado na passividade do estudante e na predominância de aulas expositivas, já não atende às demandas educacionais atuais. Isso ocorre porque os alunos apresentam diferentes formas de aprender, exigindo metodologias mais dinâmicas e adaptativas. O objetivo deste trabalho é analisar a aplicação de metodologias ativas no ensino de Geologia no Ensino Superior, por meio da integração da Realidade Virtual, no curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás, Brasil, destacando seu impacto na aprendizagem, engajamento estudantil e compreensão de conceitos geológicos complexos. Dessa forma, esta pesquisa busca responder à seguinte questão central: De que maneira a Realidade Virtual e geoverso podem ser utilizados como metodologia ativa no ensino de Geologia no curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás, contribuindo para o engajamento e a aprendizagem dos alunos?

A Realidade Virtual (RV) tem se mostrado ferramentas eficazes no ensino, possibilitando a exploração de ambientes distantes da realidade cotidiana dos alunos e favorecendo a aprendizagem de conceitos complexos [5]. A RV, em particular, permite criar experiências imersivas e interativas, possibilitando que os usuários explorem desde o fundo do oceano até o espaço sideral sem sair do lugar, ampliando significativamente as possibilidades pedagógicas [6]. No ensino de geociências, essa tecnologia se destaca como uma alternativa inovadora, permitindo que os estudantes interajam com modelos tridimensionais de formações rochosas e compreendam suas características em contextos reais, sem a necessidade de deslocamento físico [7]. Entre as principais aplicações da RV no ensino de geociências, destacam-se a simulação de processos geológicos, como erosão e formação de montanhas, a reconstrução de paisagens pré-históricas, a visualização interativa de estruturas internas da Terra e a realização de excursões virtuais a sítios geológicos de difícil acesso. Além disso, estudos indicam que a utilização da RV no ensino de geologia tem alcançado seus objetivos educacionais, proporcionando uma experiência enriquecida por meio da visualização detalhada de modelos tridimensionais texturizados, o que potencializa a retenção do conhecimento e o engajamento dos estudantes.

O artigo está estruturado em seções que abordam a aplicação da Realidade Virtual como metodologia ativa no ensino de Geologia no curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás. Inicialmente, a introdução apresenta o contexto da pesquisa, a problemática investigada e os objetivos do estudo, sem incluir a revisão da literatura. A metodologia detalha o delineamento da pesquisa, os instrumentos utilizados para coleta de dados e a abordagem adotada para a análise dos resultados. Na seção de resultados e discussões são apresentadas as observações obtidas a partir da imersão da Realidade Virtual no ensino de Geologia, destacando seus impactos no aprendizado, no engajamento dos alunos e nos desafios enfrentados. Por fim, as considerações finais sintetizam os principais achados da pesquisa, discutem suas implicações para o ensino de Geologia e sugerem perspectivas para estudos futuros.

2. Materiais e Métodos

Inspirado no conceito de Metaverso, apresenta-se o Geoverso, um ambiente virtual imersivo voltado para análises geográficas. Quando aplicado ao ensino de Geografia, nele, os alunos podem explorar modelos tridimensionais das interações entre sociedade e natureza, analisando fenômenos geográficos em escala ampliada. Isso possibilita uma aprendizagem mais próxima da realidade, permitindo que locais distantes sejam estudados de maneira interativa dentro da sala de aula.

Além disso, as simulações tridimensionais ajudam os estudantes a compreenderem processos como a deposição e compactação dos sedimentos, permitindo visualizar a evolução das bacias sedimentares ao longo do tempo geológico. A Realidade Virtual também possibilita uma análise mais detalhada dos dobramentos modernos (Fig.1), tornando perceptível a deformação das rochas causada pela movimentação das placas tectônicas e a formação de cadeias montanhosas. Já os escudos cristalinos, que guardam as rochas mais antigas do planeta, podem ser explorados digitalmente para que os alunos conheçam suas características e sua importância na formação da crosta terrestre.

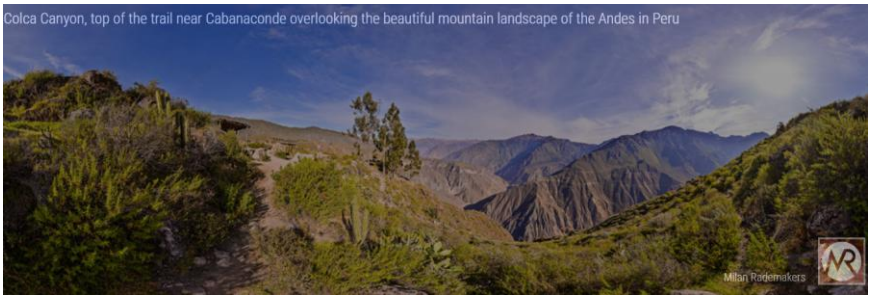


Fig. 1. Cordilheiras dos Andes, na plataforma 360 cities [9].

Outra grande vantagem do Geoverso é permitir a exploração de ambientes geológicos remotos e inacessíveis. Através da Realidade Virtual (RV), os alunos podem visitar cavernas, montanhas, bacias sedimentares e vulcões sem sair da sala de aula. Essa abordagem amplia as oportunidades de ensino, tornando as excursões virtuais uma alternativa viável para escolas que não conseguem realizar saídas de campo

tradicionais. A possibilidade de se imergir nesses ambientes também estimula um aprendizado mais participativo, onde os estudantes não apenas absorvem informações, mas as experimentam diretamente.

A tectosfera, camada mais rígida e externa da Terra composta pela crosta e parte superior do manto superior, ganha uma nova dimensão de compreensão dentro do Geoverso, um ambiente imersivo de realidade virtual voltado ao ensino de Geociências. No Geoverso, a tectosfera pode ser explorada de forma interativa e tridimensional, permitindo que os estudantes naveguem entre placas litosféricas, acompanhem simulações dinâmicas de suas movimentações e observem, os efeitos da colisão, afastamento e deslizamento entre essas placas. Essa abordagem imersiva transforma conceitos teóricos em experiências sensoriais, aprofundando o entendimento sobre a formação de montanhas, terremotos, vulcões e as grandes estruturas da crosta terrestre. Ao integrar a tectosfera ao Geoverso, a aprendizagem se torna mais significativa, conectando ciência, tecnologia e percepção espacial de maneira inovadora.

A metodologia adotada neste estudo visa demonstrar um relato de experiência da aplicação de tecnologias de Realidade Virtual (RV) como ferramenta didático-pedagógica no ensino da Disciplina de Geologia, explorando sua potencialidade para a aprendizagem ativa e o engajamento dos alunos no curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Estadual de Goiás (UEG). A abordagem será estruturada em três etapas principais: planejamento didático, aplicação das atividades e avaliação da aprendizagem.

Os óculos foram adquiridos em maio de 2024 pelo curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás em Itapuranga, Brasil, esta pesquisa ainda se encontra em estágio inicial, uma vez que a aquisição dos óculos de Realidade Virtual (RV) pela Universidade Estadual de Goiás, no Brasil, ocorreu recentemente. Embora a RV seja o foco principal da proposta, a investigação científica ainda está em desenvolvimento. Nas próximas turmas da disciplina de Geologia, está prevista a realização de comparações entre a efetividade da RV e outras estratégias didáticas, o que permitirá a construção de uma curva de aprendizagem mais precisa e embasada.

O estudo foi realizado com alunos do sétimo período do curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Estadual de Goiás (UEG), matriculados na disciplina de Geologia. A disciplina abrange conceitos fundamentais da geociência, incluindo tempo geológico, geodinâmica da Terra, minerais e rochas, tectônica de placas, padrões de drenagem e geologia aplicada aos estudos ambientais. Com base na ementa da disciplina de Geologia do Curso de Licenciatura em Geografia da UEG, foram selecionados os seguintes temas que foram trabalhados utilizando Realidade Virtual (RV): estruturas geológicas terrestres.

Para a execução da metodologia, foram utilizados os seguintes equipamentos e plataformas tecnológicas: Óculos de Realidade Virtual Meta Quest 2 – Dispositivo imersivo que permitirá a exploração dos conteúdos geológicos em 3D (Fig. 2). Aplicativos utilizados: VR Explorer – Permite viagens virtuais a locais de relevância geológica, como formações rochosas e falhas tectônicas. E 360 VR Tour/ 360 *cities* – Site que possibilita a criação de tours virtuais personalizados com imagens em 360° permitindo a exploração de áreas geológicas importantes.

A avaliação prévia foi realizada por meio de indagações feitas aos alunos antes do início das aulas, buscando identificar seus conhecimentos prévios e percepções sobre cada temática abordada, especificamente sobre as estruturas geológicas do planeta

Terra. As perguntas realizadas previamente foram: 1) Você já ouviu falar sobre estruturas geológicas? Se sim, o que entende por esse termo? (Resposta aberta) 2) Você saberia dizer o que são bacias sedimentares, dobramentos modernos e escudos cristalinos? Cite exemplos se possível. 3) Qual a relação entre as placas tectônicas e a formação das estruturas geológicas? a) As placas tectônicas formam as montanhas por meio de colisões. b) As estruturas geológicas não têm relação com as placas tectônicas. c) As placas tectônicas formam apenas bacias sedimentares. d) Não sei responder. 4)Você consegue identificar algum tipo de estrutura geológica presente no Brasil? (Resposta aberta ou com opções: Bacia do Paraná, Escudo Brasileiro, Dobramentos Andinos, etc.) 5) Como você visualiza o interior da Terra e suas camadas? Já teve contato com representações tridimensionais desses elementos? 6) Você já participou de alguma aula ou atividade que utilizou Realidade Virtual ou ambientes imersivos para estudar Geologia? a) Sim b) Não c) Não tenho certeza e 7) Quais dificuldades você sente ao aprender sobre a formação da crosta terrestre e das paisagens geológicas? 8) Quais dificuldades você sente ao aprender sobre a formação da crosta terrestre e das paisagens geológicas?

Fig. 2. Aula de Geologia no curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás, Brasil, utilizando a Realidade Virtual.

Essas perguntas permitiram verificar o nível de familiaridade dos estudantes com os conceitos e estabelecer um ponto de partida para a aplicação da metodologia. Após a realização das atividades imersivas com Realidade Virtual (RV), foi conduzida uma escuta dos alunos por meio de relatos de experiência, nos quais puderam expressar suas percepções sobre o uso da tecnologia, os desafios enfrentados e os avanços na compreensão dos conteúdos. Essa abordagem qualitativa permitiu avaliar não apenas a assimilação do conhecimento, mas também o impacto da RV no engajamento e na motivação dos estudantes.

O questionário Pós-imersão RV foi dividido em duas partes, sendo a primeira constituída por questões de múltiplas escolhas e a segunda de questões abertas.

Questionário Pós-Imersão – Avaliação da Aprendizagem em Estruturas Geológicas: 1) Qual das alternativas descreve corretamente uma bacia sedimentar? a) Região formada por rochas ígneas antigas. b) Área de acúmulo de sedimentos ao longo do

tempo geológico. c) Área formada exclusivamente por atividade vulcânica. d) Nenhuma das anteriores. 2) Os dobramentos modernos estão associados a: a) Áreas estáveis da crosta. b) Regiões de contato entre placas tectônicas. c) Deposição de sedimentos em zonas costeiras. d) Processos erosivos em planaltos. 3) Os escudos cristalinos são importantes porque: a) Contêm rochas jovens de origem sedimentar. b) São áreas propensas a terremotos frequentes. c) Guardam as rochas mais antigas do planeta. d) Formam as maiores cadeias de montanhas da atualidade. 4) A formação das montanhas está diretamente relacionada a: a) Erosão hídrica. b) Movimentos convergentes das placas tectônicas. c) Acúmulo de cinzas vulcânicas. d) Nenhuma das anteriores. Parte 2: Resposta Aberta (reflexão e metacognição). 5) Explique, com suas palavras, a diferença entre dobramentos modernos, escudos cristalinos e bacias sedimentares. 6) Como a Realidade Virtual contribuiu para a sua compreensão sobre as estruturas geológicas do planeta Terra? Dê exemplos da simulação que mais te impactaram. 7) Você se sente mais confiante para explicar os principais processos de formação das estruturas da crosta terrestre após a imersão com RV? Justifique. 8)Qual conceito ou formação geológica você ainda sente dificuldade em compreender, mesmo após a experiência em RV? O que poderia ajudar ainda mais seu aprendizado?

3. Resultados e Discussões

No estudo das estruturas geológicas, o desafio inicial estava na visualização tridimensional de formações como bacias sedimentares, dobramentos modernos e escudos cristalinos. Muitos alunos não conseguiam distinguir as diferentes formações e compreender como se modificam ao longo do tempo geológico. Com as simulações em 3D, essa percepção foi aprimorada, permitindo uma melhor assimilação dos conteúdos.

O gráfico da Fig. 3 apresenta os resultados do questionário pré-imersão aplicado aos 19 alunos da disciplina de Geologia, abordando seus conhecimentos prévios e experiências com Realidade Virtual (RV) e estruturas geológicas. A maioria dos estudantes (14) afirmou já ter ouvido falar sobre estruturas geológicas, enquanto apenas 10 disseram saber o que são bacias sedimentares, dobramentos modernos e escudos cristalinos. Quanto à identificação de estruturas geológicas no Brasil, 12 demonstraram familiaridade. No entanto, apenas 8 estudantes já haviam visualizado representações tridimensionais do interior da Terra, e a maioria (11) nunca teve esse tipo de contato. Em relação ao uso de RV em sala de aula, 13 alunos nunca participaram de atividades imersivas, e apenas 3 já haviam tido essa experiência, com outros 3 não tendo certeza. Esses dados revelam uma base de conhecimento conceitual razoável, porém pouca vivência prática com recursos tecnológicos imersivos, o que reforça a importância da introdução de metodologias ativas, como a Realidade Virtual, para ampliar a compreensão e o engajamento dos alunos com os conteúdos geológicos.

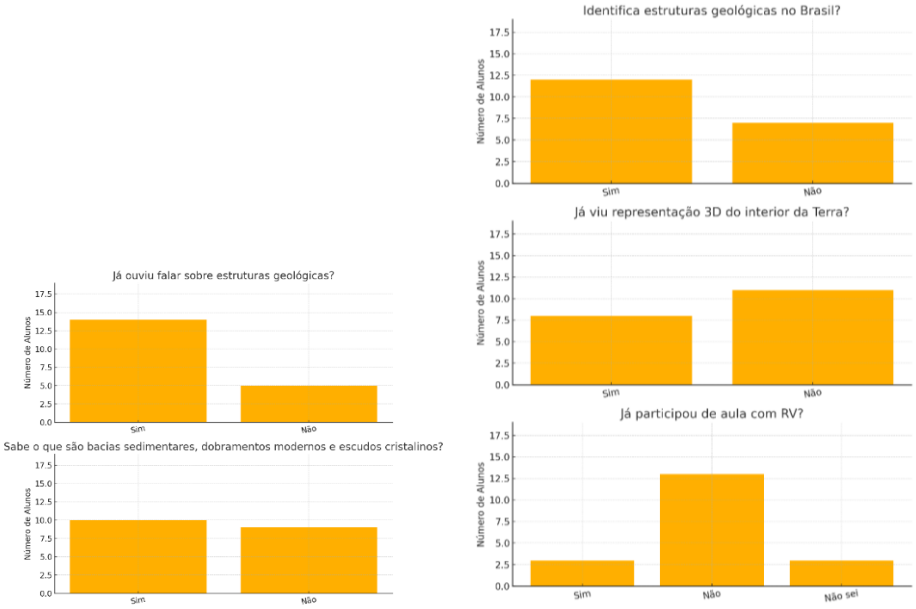


Fig. 3. Resultado do questionário pré-imersão do conteúdo de estruturas geológicas com o uso da realidade virtual.

Os gráficos do questionário pós-imersão (Fig. 4) revelam um avanço na compreensão dos alunos sobre os conteúdos de Geologia abordados por meio da Realidade Virtual.

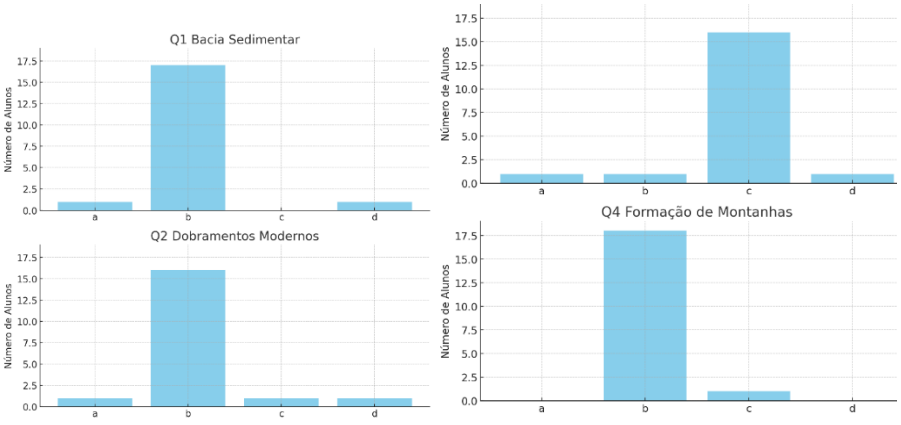


Fig. 4. Resultado do questionário pós-imersão do conteúdo de estruturas geológicas com o uso da realidade virtual.

Na primeira questão, sobre bacias sedimentares, 17 dos 19 alunos (89,5%) assinalaram corretamente a alternativa “b”, demonstrando entendimento sobre o

acúmulo de sedimentos ao longo do tempo geológico. A segunda questão, que trata dos dobramentos modernos, teve 16 respostas corretas (84,2%) na alternativa "b", evidenciando a associação correta com regiões de contato entre placas tectônicas. Na terceira questão, 16 alunos também acertaram ao identificar os escudos cristalinos como portadores das rochas mais antigas do planeta, opção "c". Por fim, na questão sobre a formação das montanhas, 18 estudantes (94,7%) reconheceram os movimentos convergentes das placas tectônicas como o principal fator. Esses resultados indicam que a imersão com RV contribuiu significativamente para a fixação dos conceitos-chave, tornando o aprendizado mais efetivo, visual e participativo.

A curva de crescimento da aprendizagem (Fig. 5) mostra um salto importante no desempenho dos alunos após a experiência com Realidade Virtual. Enquanto o percentual médio de acertos no questionário pré-imersão foi de 52,63%, esse valor subiu para 88,66% no pós-imersão. Isso evidencia um significativo progresso na assimilação dos conteúdos geológicos, confirmando a eficácia do uso de metodologias ativas, como a Realidade Virtual, no processo de ensino-aprendizagem.

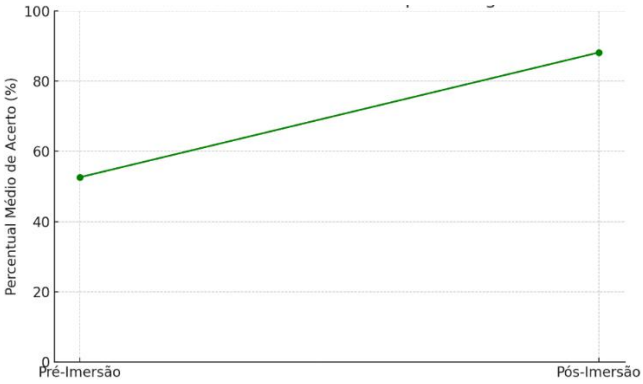


Fig. 5. Curva de Crescimento da aprendizagem após a imersão do conteúdo em RV.

Ao investigar como a realidade virtual (RV) contribuiu para a compreensão individual dos alunos acerca das estruturas geológicas do planeta Terra, as respostas evidenciaram percepções significativamente positivas. Os estudantes destacaram a imersão proporcionada pela tecnologia, associando-a a uma experiência próxima da realidade. Um dos participantes afirmou: *"Com a RV temos a noção da realidade como se estivéssemos em campo, com uma percepção muito mais elevada."* Outros destacaram o caráter didático da ferramenta, como ilustra a seguinte fala: *"O óculos de realidade virtual serve como prática para entender melhor o conteúdo visto."*

Além disso, os relatos evidenciam a articulação entre teoria e prática, fundamental para o processo de aprendizagem significativa: *"Sim, pois consigo assimilar o teórico com o prático, criando uma visão mais lúdica."* A tecnologia também foi apontada como facilitadora da visualização dos conceitos abstratos, como exemplifica o comentário: *"Sim, a RV ajudou na exemplificação visual desses conceitos."* Por fim, o aspecto da aproximação com o objeto de estudo também foi destacado: *"Sim, porque eu tive contato com o lugar, e é muito importante para ver como ele é."*

Como sugestão e possibilidades para o Ensino de Geociências e RV, no Geoverso e no Metaverso, a incorporação do uso de *chatbots* e assistentes virtuais podem ser ferramentas valiosas no suporte ao aprendizado. Com base em Inteligência Artificial (IA), esses recursos interativos oferecem respostas instantâneas e auxiliam os alunos na resolução de dúvidas em tempo real. Diferente do ensino tradicional, no qual um professor pode não conseguir atender a todos simultaneamente, os assistentes virtuais complementam esse papel, fornecendo explicações acessíveis sobre conceitos geológicos, fenômenos naturais e eventos históricos. Durante uma simulação de tempo geológico, por exemplo, um aluno pode perguntar: *"O que define uma era geológica?"* O chatbot, então, pode explicar os períodos geológicos, destacar eventos marcantes de cada era e até sugerir animações interativas para tornar o conteúdo mais compreensível. Dessa forma, os estudantes podem explorar conteúdos de maneira mais interativa e personalizada.

4. Considerações Finais

Os resultados desta pesquisa evidenciam o significativo impacto da Realidade Virtual (RV) como estratégia metodológica ativa no ensino de Geologia no Ensino Superior. A análise comparativa entre os dados do questionário pré e pós-imersão revelou uma curva de crescimento da aprendizagem expressiva: o percentual médio de acertos saltou de 52,63% para 88,66% após a experiência com RV. Essa elevação no desempenho dos alunos reflete não apenas o aprimoramento da compreensão conceitual, mas também o aumento da motivação e do engajamento com os conteúdos trabalhados.

Além dos indicadores quantitativos, os relatos qualitativos reforçam o papel transformador da RV na mediação pedagógica. Os estudantes demonstraram maior confiança na explicação de conceitos como dobramentos modernos, escudos cristalinos e bacias sedimentares, atribuindo essa evolução à imersão proporcionada pelos óculos Meta Quest 2 e aos recursos didáticos visuais explorados nos aplicativos CHART VR, VR Explorer, National Geographic VR e 360 VR Tour.

Apesar dos resultados positivos, o estudo também destacou desafios que devem ser considerados para a ampliação dessa metodologia: a necessidade de infraestrutura adequada, o treinamento docente contínuo para uso das tecnologias e a inclusão pedagógica de todos os estudantes. Ainda assim, os ganhos observados indicam que a RV pode ser uma aliada poderosa no ensino de Geociências, proporcionando um ambiente de aprendizagem mais interativo, acessível e significativo.

Por fim, esta experiência contribui para a consolidação do Geoverso como uma proposta inovadora no contexto das metodologias ativas, sugerindo novas possibilidades para a formação inicial de professores e para o desenvolvimento de práticas educacionais que dialoguem com as demandas tecnológicas e cognitivas do século XXI. Para estudos futuros, recomenda-se o aprofundamento da análise comparativa entre diferentes abordagens didáticas e a replicação da experiência em outros componentes curriculares da Geografia.

Referencias

[1] H. R. Marques, A. C. Campos, D. M. Andrade, e A. L. Zambalde, «Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem», *Avaliação*, Campinas; Sorocaba, SP, vol. 26, nº 3, p. 718-741, nov. 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S1414-40772021000300005.

[2] M. B. da Cunha, N. A. Omachi, O. M. S. Ritter, J. E. do Nascimento, G. de Q. Marques, e F. O. Lima, «Metodologias ativas: em busca de uma caracterização e definição», *Educação em Revista*, Belo Horizonte, vol. 40, e39442, 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/0102-469839442.

[3] F. J. de Araújo, L. A. Santos, W. S. Mungo, O. P. C. Bezerra, C. S. de Castilhos, J. A. Demuner, N. P. de Oliveira, P. R. Oliveira, e J. dos S. Carretero, «Tecnologia e Educação: O Ensino por Meio da Realidade Virtual», *Revista Contemporânea*, vol. 4, nº 1, p. 2039-2052, 2024. DOI: https://doi.org/10.56083/RCV4N1-112.

[4] P. G. R. Furtado e R. C. Nunes, «O Uso da Realidade Virtual no Processo de Ensino-Aprendizagem da Reação de Combustão», *Revista Ciências & Ideias*, vol. 12, nº 1, p. 175-190, 2021. DOI: 10.22047/2176-1477/2021.v12i1.1319.

[5] B. da S. França, F. D. Ben, E. M. Beilfuss, C. Petsch, N. L. Batista, L. F. Velho, e K. K. da Rosa, «Uso da Realidade Virtual e Aumentada para Interpretação da Paisagem Glacial: Uma Experiência Didática no Ensino Fundamental», in *14º Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO)*, 2023, Corumbá, MS. *Anais do 14º SINAGEO*, 2023. [Online]. Available: https://www.sinageo.org.br/2023/trabalhos/15/383-376.html. [Último acesso: fev. 2025].

[6] I. F. de F. Silva, *O Ensino de Geografia e a Realidade Virtual em Espaços de Criação Digital*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021. [Online]. Available: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/47873. [Último acesso: fev. 2025].

[7] P. H. R. Migliorini e R. R. Plácido, «Desenvolvimento de um Laboratório de Geologia de Engenharia em Ambiente de Realidade Virtual para Fins Didáticos». Instituto Mauá de Tecnologia, 2023. [Online]. Available: https://maua.br/files/migliorini-placido-1734112560.pdf. [Último acesso: fev. 2025].

[8] META, *Star Chart VR*, Menlo Park, CA, 2024. [Online]. Available: https://www.meta.com. [Accessed: 15-Feb-2025].

[9] 360Cities, "Cordilheira dos Andes - Imagem Panorâmica," 2025. [Online]. Available: https://www.360cities.net/search?utf8=%E2%9C%93&query=cordilheira+dos+andes. [Accessed: 15-Feb-2025].

O uso do geoverso como uma ferramenta metodológica de interpretação da paisagem

Marco Túlio Martins [1], Laís Moraes de Oliveira Porfírio[2], Laís Naiara Gonçalves dos Reis [3], Josimar dos Reis de Souza[4]

[1] Departamento de Geografia. Universidade Estadual de Goiás (Brasil)
marco.martins@ueg.br
[2] Departamento de Geografia. Universidade Estadual de Goiás (Brasil)
lais.oliveira@ueg.br
[3] Departamento de Geografia. Universidade Estadual de Goiás (Brasil)
laisngr@ueg.br
[4] Departamento de Geografia. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Brasil)
josimarsouza@cefetmg.br

Resumo. O presente artigo tem como objetivo discutir as potencialidades do geoverso como ferramenta metodológica para a interpretação da paisagem geográfica, explorando a integração entre a Geografia e as tecnologias do multiverso digital, como realidade aumentada, virtual e metaverso. A pesquisa investiga como essas ferramentas possi-bilitam novas formas de análise espacial, proporcionando representações mais di-nâmicas e interativas dos fenômenos territoriais. A justificativa para este estudo se baseia na crescente necessidade de metodologias inovadoras que permitam compre-ender a complexidade da paisagem de maneira mais imersiva e acessível. As tecno-logias geoespaciais aplicadas ao geoverso possibilitam uma abordagem mais deta-lhada e interdisciplinar da análise territorial, oferecendo benefícios tanto para a pesquisa acadêmica quanto para o ensino da Geografia.

Palavras clave: Geoverso, Multiverso Digital, Paisagem Geográfica, Tecnologia Geoespacial.

1. Introdução

O conceito de geoverso emerge da interseção entre a geografia e as tecnologias do multiverso digital, como realidade aumentada, virtual e metaverso. Essa ideia abrange a incorporação de dados geoespaciais em ambientes digitais imersivos, promovendo novas formas de interação com o espaço geográfico. O Geoverso pode ser definido como a integração de representações espaciais e geotecnologias em ambientes digitais,

criando simulações e experiências interativas do espaço geográfico. Essa abordagem permite uma compreensão mais profunda dos processos espaciais e dinâmicas territoriais no mundo físico e virtual.

O Geoverso representa uma forma significativa na maneira como os espaços geográficos são e podem ser estudados, representados e experienciados. Ao integrar tecnologias emergentes com dados geoespaciais, permite novas formas de compreensão do território, ampliando as possibilidades de pesquisa, educação e gestão territorial no contexto digital do multiverso.

O presente artigo tem como objetivo desenvolver uma discussão teórico-metodológica sobre o estudo da paisagem, explorando a integração entre a Geografia e as tecnologias emergentes do multiverso. Nesse contexto, propõe-se o conceito de Geoverso como uma abordagem inovadora que utiliza ferramentas digitais imersivas para representar, analisar e compreender as dinâmicas espaciais e territoriais de maneira interativa e multidimensional.

2. Materiais e Métodos

Para a construção deste estudo sobre o geoverso e sua aplicação na análise da paisagem geográfica, utilizamos uma abordagem teórica e exploratória, com suporte metodológico baseado na análise bibliográfica e na experimentação com ferramentas tecnológicas aplicadas à Geografia. O processo metodológico pode ser descrito da seguinte forma: foi realizada uma concisa revisão de literatura sobre os conceitos de paisagem geográfica**,** tecnologias do multiverso**,** realidade virtual e aumentada**,** geoprocessamento **e** inteligência artificial aplicada à análise geográfica**.** Para isso, utilizamos artigos científicos, que abordam a interseção entre geografia e novas tecnologias. Foram incluídos estudos que analisam o papel das tecnologias digitais no ensino e pesquisa da geografia; o impacto da realidade virtual e aumentada na simulação de paisagens; a aplicação do geoverso como ferramenta metodológica para a interpretação do espaço geográfico. Para validar de forma sintética o conceito de geoverso**,** utilizamos diferentes ferramentas e metodologias digitais para exemplificar teoricamente como tal forma de olhar e analisar o espaço geográfico pode ser considerada a mais recente metodologia ligada à esta ciência. Exemplos dessa ferramentas são os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para modelagem e análise de paisagens, Realidade Virtual e Aumentada (VR/AR) para simulação de ambientes geográficos imersivos, Sensoriamento Remoto e Algoritmos de Inteligência Artificial para previsão e análise de dinâmicas espaciais e impactos ambientais, Google Earth VR para visualização interativa de paisagens reais e modeladas, ArcGIS e QGIS para análise de dados espaciais e elaboração de mapas digitais e Softwares de modelagem 3D para a recriação de ambientes geográficos no multiverso**.**

3. Resultados e Discussões

A aplicação do geoverso e do multiverso no estudo da paisagem geográfica dentro da teoria da ciência pode ocorrer de diversas formas, considerando as interações entre espaço, tecnologia e representações digitais. Algumas abordagens são:

A paisagem é compreendida como uma construção socioespacial que pode ser interpretada a partir de diferentes epistemologias da geografía, por exemplo, positivismo, materialismo, fenomenologia. O geoverso permite representar essas diferentes concepções através de ambientes virtuais e simulações digitais, oferecendo múltiplas camadas de análise. [1]

No multiverso, é possível recriar paisagens geográficas de maneira imersiva, possibilitando o estudo de sua evolução ao longo do tempo, tal como a evolução geológica. A modelagem tridimensional baseada em geoprocessamento e SIG (Sistemas de Informação Geográfica) no Geoverso permite testar hipóteses sobre mudanças ambientais, urbanização e impactos climáticos.

A Realidade Virtual (VR) e a Realidade Aumentada (AR) possibilitam que pesquisadores e estudantes explorem paisagens de forma interativa. Isso produz, em termos pedagógicos, a experimentação prática de conceitos geográficos, como erosão, formações geológicas e dinâmicas territoriais sem a necessária presença *in loco* nesses espaços. [1]

Algoritmos de IA podem analisar imagens de satélite, sensores remotos e simulações geográficas no multiverso para prever transformações ambientais e socioespaciais e, no geoverso pode integrar esses dados para fornecer estruturas analíticas direcionadas ao planejamento urbano, conservação ambiental e impacto humano. A fidelidade da representação das paisagens no multiverso depende da qualidade dos dados geoespaciais e as questões éticas, como privacidade e manipulação de informações geográficas, precisam ser debatidas no uso dessas tecnologias. Dessa forma, o geoverso e o multiverso permitem expandir a capacidade analítica da Geografia, proporcionando novos meios para compreender, ensinar e visualizar a paisagem e suas transformações em escala global, regional e local.

A evolução das tecnologias digitais tem transformado significativamente a maneira como a Geografia compreende e analisa o espaço. O conceito de geoverso, que ainda se apresenta como um debate inicial, pode se enquadrar como um ambiente digital que integra dados geoespaciais em um formato interativo e imersivo, e o multiverso, um conjunto de realidades digitais paralelas, que oferecem novas possibilidades para a análise da paisagem geográfica. Neste contexto, a relação entre espaço físico e digital se torna um campo promissor de investigação e aplicação dentro da teoria e método da ciência geográfica.

Segundo Montes et al. (2022), a paisagem é uma categoria de análise fundamental na Geografia, refletindo a interface entre elementos sociais e ambientais. Tradicionalmente, a paisagem tem sido estudada por meio de abordagens empíricas e cartográficas, mas o advento das tecnologias digitais possibilita uma análise mais dinâmica e interativa. A incorporação do geoverso ao estudo da paisagem permite representar espacialmente diferentes processos territoriais e ambientais, integrando múltiplas camadas de informação geográfica. Como destaca Pichiteli e Lopes (2019),

o ensino da paisagem geográfica deve promover a compreensão crítica dos fenômenos espaciais, o que pode ser potencializado pelo uso de metodologias imersivas. [1]

A paisagem, enquanto elemento geográfico, pode ser compreendida tanto como um reflexo da sociedade quanto um registro das transformações espaciais ao longo do tempo. A abordagem tradicional da Geografia enfatiza a análise de paisagens naturais e modificadas, mas as novas tecnologias introduzem a possibilidade de simular e prever cenários futuros, tornando a análise preditiva um componente essencial da pesquisa geográfica. [2]

A inserção do geoverso no estudo da paisagem oferece novas ferramentas para a visualização e análise dos processos espaciais. [2] Algumas dessas aplicações incluem: 1) Modelagem tridimensional de paisagens: possibilita a análise de transformações ambientais e urbanas ao longo do tempo, permitindo o estudo de impactos de ações antrópicas, como desmatamento, urbanização e mudanças climáticas. 2) Realidade Aumentada e Virtual: permite a imersão em ambientes digitais que simulam paisagens reais e projetadas, facilitando o ensino e o planejamento territorial. 3) Simulações geográficas: auxiliam na previsão de mudanças climáticas e impactos ambientais, fornecendo cenários que podem embasar políticas públicas e decisões estratégicas. 4) Análise espacial interativa: o uso de sistemas de informação geográfica (SIG) combinados com o Geoverso possibilita uma visualização mais detalhada da paisagem e suas dinâmicas territoriais, permitindo maior precisão nas interpretações e propostas de intervenções.

Pode-se inferir a partir das informações colocadas, que metodologias ativas no ensino de Geografia, como a Realidade Virtual, melhoram a assimilação dos conteúdos e proporcionam experiências de aprendizado mais dinâmicas. Essa forma de abordagem facilita a conexão entre o estudante e o espaço geográfico, tornando a paisagem um elemento dinâmico na construção do conhecimento e também, parte da construção de novas teorías geográficas.

A introdução do geoverso e multiverso na Geografia não apenas amplia as ferramentas de análise, mas também revoluciona a forma como os pesquisadores e estudantes interagem com o espaço geográfico. No contexto educacional, as novas tecnologias permitem um aprendizado imersivo por meio de ambientes digitais e interativos, nos quais os alunos podem explorar conceitos geográficos de maneira visual e prática. Uma outra consequência, ou resultado que pode-se obter a partir do uso dessa nova ferramenta metodológica é o aprimoramento das análises espaciais, ou seja, a capacidade de simular diferentes cenários espaciais permite comparações mais precisas e compreensões mais aprofundadas das dinâmicas territoriais. [3] No espectro mais prático, isso contribui efetivamente com o planejamento urbano e ambiental que são esferas de atuação direta de governos municipais, estaduais e federais. Ainda como destaque, as tecnologias digitais possibilitam que estudantes de diferentes contextos socioeconomicos tenham acesso a simulações e modelagens de paisagens, eliminando barreiras físicas para o aprendizado geográfico institucionalizado e não institucionalizado.

Em contrapartida, a adoção do geoverso e do multiverso no estudo da paisagem enfrenta desafios como a acurácia dos dados geoespaciais - necessidade de alta precisão para representar fielmente o espaço geográfico, exigindo investimentos em tecnologia e infraestrutura. Além dessa problemática que envolve a fidelidade dos dados obtidos, tem-se como um barramento do uso dessas tecnologias a falta de investimento na

infraestrutura tecnológica nas escolas básicas e nas universidades. Muitas regiões, numa escala mundial, estão na periferia do sistema capitalista e carecem de acesso a tecnologias avançadas para aplicar essas ferramentas de forma eficaz. Ligado a essa desigualdade no oferecimento dessas infraestruturas tecnológicas, a capacitação profissional de profesores e pesquisadores se faz necessária para integrar as novas tecnologías à prática acadêmica e ao ensino em todos os seus níveis. [3]

Contudo, os avanços tecnológicos indicam um caminho promissor para a geografia digital. A análise da paisagem, ampliada pelo geoverso, tem potencial para revolucionar a forma como compreendemos as dinâmicas espaciais e territoriais. O uso dessas tecnologias no planejamento urbano, no monitoramento ambiental e na educação geográfica aponta para uma maior integração entre o espaço físico e digital. Nesse sentido, há também a necessidade de aplicabilidade de um método de interpretação que contribua e facilite a análise dessa intersecção. [4]

O uso do geoverso e do multiverso na análise da paisagem representa um avanço significativo na forma como a Geografia interage com o espaço digital. A capacidade de modelar, visualizar e interagir com diferentes camadas espaciais oferece uma abordagem inovadora para a compreensão dos fenômenos geográficos. A adoção dessas tecnologias no ensino e na pesquisa pode contribuir para uma leitura mais crítica e aprofundada da paisagem, fortalecendo o papel da Geografia na era digital.

A perspectiva de um geoverso aplicado à análise da paisagem abre novas possibilidades para o entendimento dos processos geográficos, ampliando o alcance da pesquisa científica e promovendo novas metodologias educacionais e um novo método que se enquadre nessa nova proposição. Para que essas tecnologias sejam plenamente integradas, é necessário superar desafios técnicos e conceituais, garantindo um uso ético e eficaz das ferramentas digitais no estudo da paisagem.

Arão [5] não trata diretamente do conceito de "geoverso", ele contribui com base teórica relevante para discutir como tecnologias baseadas em inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina podem sustentar novas metodologias de interpretação do espaço e da paisagem, especialmente se pensarmos o geoverso como um ambiente digital interativo para leitura e representação geográfica. O autor define que a IA se fundamenta epistemologicamente no método indutivo e na estatística, ambos operando sobre uma matematização da realidade [5]. Essas bases permitem à IA reconhecer padrões, fazer previsões e tomar decisões automatizadas [5]. Essa compreensão é essencial para a proposta de usar o geoverso como uma interface de leitura espacial: se o ambiente geodigital se baseia em IA, ele também herda essas limitações e forças.“A sua base epistemológica é composta pelo método indutivo e pela estatística apoiada em uma matematização da realidade” [5]. O autor demonstra que IA, como os algoritmos utilizados no geoverso, operam através da identificação de padrões generalizados a partir de grandes volumes de dados — o que é a essência do geoverso enquanto representação dinâmica da paisagem. “O reconhecimento de padrões [...] é fundamentado no método indutivo” [5]. Ao discutir o método indutivo, Arão ressalta que ele está sujeito a preconceitos e imprecisões, pois baseia-se em repetições anteriores e não na reflexão crítica. Isso é crucial ao pensar o geoverso como ferramenta metodológica: os modelos espaciais criados podem reproduzir preconceitos territoriais. “Esperar que as coisas se comportem como aconteceram anteriormente pode ser nomeado como um pré-conceito [...] tendem a ser preconceituosos” [5]. A proposta de representação do espaço no geoverso depende da algebrização da paisagem — isto é,

da conversão de aspectos espaciais em números e equações. Arão critica essa abordagem quando ela se pretende absoluta ou infalível, destacando que essa "matematização" pode alienar a percepção crítica da paisagem. "É, portanto, um processo de matematização da realidade. Para ser mais preciso [...] um movimento de algebrização" [5]. Arão critica o fetichismo das tecnologias algorítmicas, que considera os algoritmos como portadores de verdades absolutas, ocultando o trabalho humano e as limitações do método."A matemática [...] torna-se o próprio pensamento; é nesse sentido que há uma coisificação do raciocínio" [5]. Isso é fundamental na análise do geoverso como metodologia: ele precisa ser entendido como um meio de leitura e interpretação da paisagem, e não como uma substituição da complexidade socioespacial por um modelo matemático simplificado.

De acordo com o artigo "O entendimento da inteligência artificial e o ensinamento do espaço geográfico"[6] é possível elaborar uma análise focada na temática do geoverso como uma ferramenta metodológica de interpretação da paisagem**.** Os autores destacam a inserção das tecnologias, especialmente a inteligência artificial, no ensino como uma necessidade urgente diante das transformações contemporâneas. A IA é compreendida como uma ferramenta metodológica para potencializar a interpretação do espaço geográfico. "A necessidade de se inserir tecnologias modernas no ensino se faz necessário para demonstrar os conteúdos, como um exemplo é [...] a inteligência artificial, que deve ser inserida em toda área do ensino [...] com análise do espaço geográfico" [6]. A IA, ao ser associada à análise espacial, pode ser entendida como uma dimensão do geoverno, um ambiente digital ampliado em que os fenômenos espaciais são simulados, observados e compreendidos. A ideia do geoverso, como espaço digital para análise da paisagem, aparece implicitamente na menção ao uso da IA como ferramenta de ensino e de leitura espacial. "Com a inteligência artificial, abre-se uma nova perspectiva para o entendimento dos fenômenos, que vai além da lógica humana, com outras probabilidades, com novos cenários [...]" [6]. Neste sentido, o geoverso é o espaço onde essas novas possibilidades se materializam, com apoio de IA e dados georreferenciados, permitindo representações complexas da paisagem. O estudo aponta que a IA permite adaptar o ensino às necessidades individuais dos alunos, um passo importante para o ensino de geografia crítica e contextualizada. "A inteligência artificial está mudando esse paradigma ao oferecer sistemas de aprendizagem adaptativa [...] identificando pontos fortes e áreas que precisam ser aprimoradas" [6]. No contexto geográfico, isso significa interpretar a paisagem a partir de dados espaciais que variam conforme o território e os sujeitos nele inseridos — um pilar para o geoverso como metodologia ativa**.** A cartografia digital é um componente central do geoverso**,** e o artigo trata da evolução dessa prática, reforçando sua importância no ensino de geografia com suporte de IA. "Nas últimas décadas a Cartografia passou por uma série de transformações [...] com os progressos alcançados com o uso de computadores e os avanços na coleta de informações espaciais" [6]. O geoverso**,** nesse sentido, se apoia em SIGs, sensores remotos, geoinformação e modelagens 3D para oferecer novas camadas interpretativas da paisagem. O artigo explicita que a IA aliada à geoinformação é crucial para compreender as dinâmicas espaciais, base do raciocínio geográfico. "Com o desenvolvimento da tecnologia de Informática [...] tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional [...] surgindo o Geoprocessamento" [6]. Esta é uma clara referência ao ambiente geodigital**,** ou seja, ao geoverso**,** como plataforma de visualização, análise e simulação territorial.

Vieira [7] apresenta uma discussão sobre a inteligência artificial no ambiente educacional e propõe um olhar geográfico a partir dessa perspectiva. Embora o estudo não mencione diretamente o termo "geoverso", diversos conceitos nele abordados se alinham à noção de geoverso como espaço digital geográfico de ensino-aprendizagem, permitindo uma interpretação metodológica da paisagem mediada por tecnologias inteligentes. O pressuposto parte da premissa de que a Geografia é essencial para compreender as transformações no espaço, destacando seu papel contínuo mesmo fora do ambiente escolar, pois "o ser humano está imerso em um ambiente que está constantemente interagindo com a natureza e com a tecnologia" [7]. Essa interação configura o pano de fundo conceitual do geoverso, como ambiente digital em que paisagem, espaço e lugar são mediados por tecnologias. As inteligências artificiais são descritas como mecanismos de simulação de funções cognitivas humanas, e na educação, servem ao propósito de “executar tarefas complexas que normalmente precisam do uso da inteligência humana” [7]. Isso as torna ferramentas metodológicas potenciais para o ensino geográfico e para a interpretação da paisagem, ao permitir: automação de tarefas epetitivas; personalização do ensino; construção de ambientes virtuais de aprendizagem [7]. A aplicação da IA à educação redefine o conceito geográfico de espaço, uma vez que “a IA se encontra no campo digital, ela rompe com as fronteiras físicas, reconfigurando a maneira como o espaço é percebido, vivido e assim alterando suas formas de interação” [7]. Essa ruptura é essencial para compreender o geoverso como um novo lugar de produção de conhecimento, onde as experiências geográficas podem ser vivenciadas de maneira imersiva e transescalar. A análise crítica sobre as desigualdades no uso de IA é central para entender as limitações da implementação do geoverso. “A disseminação da tecnologia de IA é desigual, ressaltando as disparidades econômicas inerentes ao capitalismo” [7], o que afeta diretamente a viabilidade de se universalizar a aplicação do geoverso como ferramenta metodológica.

Um exemplo de uma produção acadêmica é o artigo, publicado na revista *Research, Society and Development* [8], que explora o uso de técnicas de modelagem ambiental e inteligência artificial aplicadas à previsão de desmatamento na Reserva Biológica do Gurupi-MA, apresentando uma perspectiva que dialoga diretamente com o conceito de geoverso – entendido como o espaço geográfico virtual construído com base em dados geoespaciais, modelagens e simulações. O estudo utiliza sensores remotos, geoprocessamento e modelagem com o software *Dinamica Ego* para simular cenários de uso e ocupação do solo, configurando um geoverso virtual para análise ambiental. Essa aplicação permite compreender o processo dinâmico da paisagem ao longo do tempo, possibilitando a criação de cenários futuros e a análise do impacto humano no ambiente. O estudo aplica análises probabilísticas para identificar áreas mais vulneráveis à transição da paisagem natural para áreas degradadas. Esse tipo de análise configura uma leitura metodológica da paisagem em sua dimensão projetiva, reforçando o caráter do geoverso como ferramenta de planejamento territorial.

4. Considerações Finais

O avanço das tecnologias digitais tem promovido uma reconfiguração significativa nas metodologias de análise geográfica, tornando o geoverso uma ferramenta inovadora na interpretação da paisagem. A relação entre geografia e multiverso digital permite uma abordagem mais dinâmica, integrando múltiplas fontes de informação e oferecendo possibilidades inéditas de visualização e interação com o espaço geográfico.

Ao longo do estudo, observou-se que a modelagem tridimensional, a realidade aumentada e os sistemas de informação geográfica ampliam as possibilidades de análise, permitindo compreender processos espaciais com maior profundidade. No contexto educacional, essas ferramentas favorecem a experimentação prática, estimulam a construção do raciocínio espacial e promovem um aprendizado mais engajador.

Entretanto, os desafios para a implementação do geoverso são evidentes. A necessidade de infraestrutura tecnológica adequada, a precisão dos dados geoespaciais e a capacitação de profissionais para operar essas ferramentas são entraves que limitam seu uso em larga escala. Além disso, questões éticas e de acessibilidade devem ser debatidas para evitar que essa inovação reforce desigualdades já existentes na produção e no acesso ao conhecimento geográfico.

Dessa forma, é fundamental que políticas públicas e iniciativas acadêmicas incentivem o desenvolvimento e a democratização dessas tecnologias, garantindo que o geoverso seja utilizado não apenas como um recurso complementar, mas como um elemento central na construção de novas metodologias analíticas. O potencial para ampliar as fronteiras da ciência geográfica é inegável, e sua consolidação dependerá da superação dos desafios metodológicos, técnicos e sociais que ainda permeiam seu uso.

Assim, este estudo reforça a necessidade de contínua investigação sobre a aplicabilidade do geoverso na análise da paisagem. A evolução dessa abordagem demandará esforços interdisciplinares, promovendo novas perspectivas para a compreensão do espaço geográfico e consolidando o papel das tecnologias emergentes na construção do conhecimento territorial.

5. Referencias

[1] F. V. Montes, et al., «Abordagens da paisagem no ensino de Geografia: correntes geográficas e Geografia escolar», *GEOTemas*, vol. 12, p. 01-25, 2022. [Último acceso: 02 02 2025].

[2] M. A. Pichiteli e C. S. Lopes, «Proposta metodológica de leitura da paisagem geográfica para o ensino fundamental II», *Geog Ens Pesq*, vol. 23, e40, 2019. [Último acceso: 02 02 2025].

[3] J. M. Sánchez-Céspedes, et al., «Aplicação de IA na formulação de políticas públicas agrícolas», *Revista Científica*, vol. 44, nº 2, 2022.

[4] G. M. C. Mendes, «O uso da Inteligência Artificial no ambiente educacional», *UERJ/FFP*, 2023. [Último acceso: 02 02 2025].

[5] C. Arão, «Por trás da inteligência artificial: uma análise das bases epistemológicas do aprendizado de máquina,» *Trans/form/ação: revista de filosofia da Unesp*, vol. 47, nº 3, p. e02400163, 2024. [Último acceso: 22 03 2025].
[6] L. E. de Castro, T. de S. Oliveira, D. da S. Ferreira, S. P. Souza, W. T. de Lima, and T. D. A. Siqueira, «O Entendimento da Inteligência Artificial e o Ensinamento do Espaço Geográfico», *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, vol. –, nº –, p. 1–11, 2023. [Último acceso: 02 02 2025].
[7] G. M. C. M. Vieira, «O uso da Inteligência Artificial no ambiente educacional: um olhar geográfico para o corpo docente e discente,» *Fala Professor*, UERJ/FFP, p. 1–10, 2023. [Último acceso: 01 04 2025].
[8] L. H. O. Monteiro Gama, P. F. P. R. Paiva, O. M. da Silva Júnior, M. L. P. Ruivo, «Modelagem ambiental e uso da inteligência artificial para prognóstico de desmatamento: o caso da Rebio do Gurupi-MA,» *Research, Society and Development*, vol. 10, nº 2, p. e13810211609, 2021. [Último acceso: 01 04 2025].

Estudio del uso de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la formación docente actual. Desarrollo del proyecto ¿A dónde vamos con la IA?

Mª Dolores López Carrillo[1], Mª Teresa Rodríguez Laguna[2], Mª Amelia Calonge García[1]

[1] Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Universidad de Alcalá (España)
maariadolores.lopez@uah.es; a.calonge@uah.es

[2] Departamento de Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química. Universidad de Alcalá (España)
mayte.rlaguna@uah.es

Resumen. En el contexto de la transformación digital, la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) ha emergido como una herramienta disruptiva y de gran potencial en la formación docente. Su capacidad para generar contenido, personalizar el aprendizaje y facilitar la creación de recursos educativos posiciona a la IAG como un catalizador del cambio en la educación. La formación de los docentes, eje fundamental del sistema educativo, no puede mantenerse al margen de esta revolución tecnológica, ya que la IAG no solo redefine cómo los profesores aprenden, sino también cómo enseñan. Se presentan en esta comunicación los resultados de un proyecto de innovación docente (PID) donde han participado 138 alumnos de grado y máster. El objetivo por alcanzar es estudiar cómo los docentes en formación usan la IAG tanto en su día a día como en el ámbito académico. Para facilitar este proceso se ha generado un protocolo de uso que ayude a los estudiantes a seleccionar, usar y analizar los resultados obtenidos de la IA.

Palabras clave: IAG. Formación docente. Protocolo de uso.

1. Introducción

El mundo actual se ve envuelto en una vorágine tecnológica que transforma vertiginosamente todos los aspectos de la vida, incluyendo la educación. La Inteligencia Artificial (IA) se presenta como una herramienta con un enorme potencial para innovar las prácticas de enseñanza y aprendizaje, abriendo un abanico de posibilidades para abordar los retos de la educación actual. Sin embargo, este rápido avance tecnológico no está exento de riesgos y desafíos. Es fundamental analizar críticamente las capacidades y limitaciones de la IA en el ámbito educativo para diseñar soluciones efectivas y responsables, dado que nuestros estudiantes ya están haciendo un uso indiscriminado de la IA [1]. Con el fin de incorporar la IAG como una herramienta

adecuada en la formación de docentes se presenta este trabajo basado en un proyecto de innovación docente (PID) que pretende estudiar el uso de IAG por parte de los futuros docentes con una base crítica y moral. Siguiendo dichas orientaciones, como docentes de Maestros en Formación Inicial queremos sumar y comenzar a sembrar ese germen de cambio, a través de una iniciativa que, se presenta en el contexto del grupo de Innovación Docente "Desarrollo de competencias a través de técnicas de innovación docente" (UAH-GI20-138), y que tiene en cuenta el nuevo enfoque del proceso enseñanza y aprendizaje basado en el desarrollo de las competencias que el alumno necesita aprender y cómo las debe adquirir.

1.1. La importancia de la alfabetización digital para los docentes

Uno de los desafíos actuales es formar a los docentes en el uso crítico y ético de la IAG. Autores como Facer y Selwyn [2] subrayan la importancia de la alfabetización digital como competencia clave para que los profesores no solo adopten tecnologías, sino que las utilicen de manera reflexiva para potenciar el aprendizaje. Esto es particularmente relevante en la era de la IAG, donde el docente no solo consume contenido, sino que también participa activamente en su creación y evaluación.

El informe de la UNESCO [1] también señala que la integración de la inteligencia artificial en la educación debe estar acompañada de una formación adecuada que asegure que los docentes comprendan las implicaciones éticas, pedagógicas y sociales de estas tecnologías.

1.2. La IAG como herramienta en la formación docente

La IAG permite personalizar la formación de los docentes mediante algoritmos que analizan las necesidades específicas de cada individuo. Según Anderson y Rainie [3], la inteligencia artificial está transformando la educación al proporcionar experiencias personalizadas y adaptadas al ritmo del aprendizaje. Este enfoque resulta esencial para los docentes, quienes necesitan herramientas que les permitan mejorar sus competencias pedagógicas en un entorno de cambios constantes. Distintos estudios indican que las herramientas de IA mejoran el aprendizaje personalizado, las evaluaciones, la comunicación y el compromiso, además de fomentar un entorno de aprendizaje colaborativo al proporcionar oportunidades de aprendizaje entre pares, así como, mejorar la interacción con el contenido [4].

Además, la IAG facilita la generación de contenidos innovadores. Por ejemplo, plataformas basadas en modelos generativos, como ChatGPT, pueden crear simulaciones de aula, guiones para ejercicios prácticos o incluso resolver dudas pedagógicas complejas en tiempo real. Esto permite a los futuros docentes practicar y reflexionar sobre situaciones reales antes de enfrentarlas, mejorando su preparación y confianza, tal y como recomienda la CRUE* [5]. A pesar de los beneficios, el uso de la IA en la educación superior enfrenta desafíos éticos, como la privacidad de los datos y el sesgo algorítmico. Es crucial establecer marcos éticos y políticas inclusivas para garantizar una integración responsable de la IA [6] [7]. En este sentido, en el PID se ha generado un protocolo de uso de IAG (Figura 1) con la intención de ofrecer distintas herramientas según la necesidad del docente en formación, de manera que en cada

* Conferencia de Rectores de Universidades españolas.

herramienta se encuentre la respuesta a la necesidad planteada y exista la posibilidad de analizar de manera crítica esta respuesta.

Fig. 1. Código QR de acceso al documento de Protocolo de uso de IAG para su aplicación en la elaboración de programaciones didácticas de la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza.

2. Contexto

En las asignaturas de "Didáctica de las Ciencias" de diversas titulaciones de la Universidad de Alcalá (UAH) se enseña a elaborar programaciones didácticas o Situaciones de Aprendizaje (SdA), que posteriormente son expuestas en un acto público (tabla 1).

En el caso concreto de la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza, desde 2017, se celebra el "Minicongreso de Estudiantes de Didáctica de las Ciencias" (MEDC), como procedimiento alternativo de evaluación incluido en la evaluación continua, con el fin último de evaluar la alfabetización científica de los futuros maestros y con los siguientes objetivos más concretos:

a) mejorar las competencias transversales que los alumnos deben adquirir para ser profesionales en el mundo laboral, como la competencia comunicativa.

b) generar un espacio donde los estudiantes puedan compartir sus propuestas de intervención con otros estudiantes y maestros en activo y recibir un feedback real.

c) poner en valor el conocimiento didáctico de los contenidos científicos como requisito necesario para enseñar Ciencias en la Educación Primaria.

Para ello, estas programaciones didácticas o SdA son diseñadas y desarrolladas de manera colaborativa, en pequeños grupos y bajo la supervisión del profesorado de la asignatura. En este curso 2024-25, el profesorado ha sugerido el uso de la IAG como herramienta que facilite la generación de contenidos en todas sus variantes, siendo esto último el objetivo de este estudio.

Tabla 1. Características de las asignaturas implicadas y momento de exposición.

Nombre	Curso y titulación	Exposición
Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza	3º GMEP† y 4º DGHP‡	MEDC
Didáctica de las Ciencias Experimentales: Biología y Geología	Máster en Formación de Profesorado ESO, Bach	TFM

† Grado en Magisterio de Educación Primaria.

‡ Doble Grado en Humanidades y Magisterio de Educación Primaria.

Didáctica de las Ciencias Experimentales: Física y Química	Máster en Formación de Profesorado ESO, Bach	TFM

Así, dicha programación forma parte del trabajo final de las asignaturas mencionadas. A través de esta programación los estudiantes pueden demostrar que han conseguido imbricar los contenidos científicos (incluidos aspectos de naturaleza de la ciencia), metodológicos, organizativos, etc., tratados en las distintas asignaturas didáctico-disciplinares. No debemos olvidar que la alfabetización científica no solo significa desarrollar habilidades en la resolución de problemas, manejar instrumentos o diseñar un experimento, sino que implica también programar unidades docentes o proyectos, coherentes y adecuadas, como paso previo a cualquier intervención y el buen desarrollo de la acción pedagógica en el aula.

3. Desarrollo y Resultados

A lo largo de la generación de esta SdA algunos estudiantes han utilizado la IA para generar contenido (carteles, actividades, texto, videos, e incluso preguntas para la mejora de lo ya realizado), la idea es, no solo utilizarla sino, darle las directrices para que se use de manera reflexiva, valorando el material obtenido y analizando la idoneidad de la información reportada por la IA.

Como ya se ha dicho se pretende, no solo conocer el tipo de alumnado que tenemos y su relación con la IA, sino también como la usa y ayudarles a analizar la información reportada por la IA, dado que esta puede dar información falsa o incorrecta, según las fuentes de información que utilice [8]; incorporarlo o no a su trabajo; y finalmente elaborar un informe del proceso de consulta y dialogo con la IAG.

Para ello, tanto en el protocolo como en la rúbrica de evaluación de la actividad se incluyeron indicaciones de uso de la IA y la puesta en duda de la información recabada; además se solicitó de manera explícita la entrega de un documento con la conversación intercambiada con la IA (preguntas y respuestas) y un análisis de la información reportada por la IA. A pesar de ello, en contraposición, parte del alumnado no se cuestionó nada, por lo que muchos equipos no presentaron esta parte del trabajo. Aproximadamente un 50% de los estudiantes no usaron o no reportaron ningún trabajo con la IA en el desarrollo de su SdA.

En líneas generales, en este proyecto, tras la aceptación del consentimiento informado, han participado 138 estudiantes: 103 en formación inicial de Magisterio (93 estudiantes del GMEP y 9 del DGHP), y 37 de máster (25 de ellos de la especialidad de Biología-Geología y 11 de la especialidad de Física-Química), de manera que se ha trabajado con un volumen de datos representativo y fiable. Respecto a las características de los participantes cabe indicar que un 70% eran chicas, y el 30% chicos. Y la edad de la muestra varía entre 20 y 32 años.

Los datos han sido recogidos mediante un Google Forms (acceso a través del código QR de la figura 2), que se ha dividido en cuatro secciones con un total de 17 ítems. Cada ítem ha sido redactado en forma de afirmación para que los encuestados indicasen su grado de acuerdo en una escala Likert ordinal de 1 a 5. Adicionalmente, algunas de

las afirmaciones cuentan con una pregunta anexa de elección múltiple. Los bloques en los que se ha dividido el cuestionario han sido:

1. Uso de la IAG en actividades cotidianas, no académicas (P01 a P03)
2. Uso de la IAG en actividades académicas (P04 a P09)
3. Especificación explicita del uso de la IAG en los trabajos académicos (P10 a P14)
4. Promps generados (P15 a P17)

Fig. 2. Código QR de acceso al cuestionario Google Forms.

Al finalizar el cuestionario se solicitaba además una reflexión por parte del alumnado participante. De manera que se pedía un comentario sobre cómo se había visto modificado el uso de la IA con los nuevos conocimientos adquiridos a lo largo del trabajo realizado. En este trabajo solo se presenta el análisis de los dos primeros bloques. Para el análisis estadístico de los resultados se ha usado JASP, y se han aplicado las siguientes pruebas:

- Pruebas de Normalidad como la **Prueba de Shapiro-Wilk** para comprobar si los datos siguen una distribución normal. Un p-valor menor a 0.05 indica que los datos no son normales.
- Pruebas de Hipótesis como la **Prueba de Mann-Whitney** para comparar dos grupos independientes cuando los datos no son normales. Un p-valor mayor a 0.05 indica que no hay diferencias significativas entre los grupos y la **Prueba de Kruskal-Wallis** para comparar más de dos grupos independientes.

3.1. Uso de la IAG en actividades cotidianas, no académicas

En este apartado se han analizado los resultados de las preguntas P01 a P03. A grandes rasgos, aunque todos tienen conocimiento de que es la IAG, analizando las respuestas de cada pregunta podemos afirmar que:

- En la ***P01. Soy usuario indirecto de la IA en mi día a día***: los estudiantes se consideran usuarios indirectos de la IA, siendo ésta la respuesta más común.
- En la ***P02. Tengo instalado en el móvil algún chatbot***: se ve un uso moderado de chatbots, indicando que muchos estudiantes no tienen chatbots instalados en sus dispositivos.

- Y en la ***P03. Utilizo aplicaciones concretas de IA generativa de Google, de manera intencionada, en mi día a día***: se revela un uso moderado de estas aplicaciones, siendo esta la respuesta más habitual.

Así se comprueba que muy pocos utilizan esta IAG en su día a día, es decir que emplean IA como asistentes de voz, domótica del hogar, GPS, o compras por internet, pero realmente un chatbot y su uso con fines de entretenimiento, o consultas y resolución de dudas, tiene un porcentaje de uso muy bajo. A pesar de que los chatbots de IA, como ChatGPT, suelen ser percibidos por los estudiantes como herramientas útiles y motivadoras para tareas personales, ofreciendo retroalimentación inmediata y asistencia en escritura y codificación. Parece que existen preocupaciones sobre la precisión de las respuestas y el impacto potencial en el pensamiento crítico y la creatividad [9] [10]. En este sentido parecía interesante en este apartado sobre el empleo cotidiano de la IAG, saber si en sus dispositivos móviles tenían instalado alguna aplicación de chatbot, y resulta curioso que un 60% frente a un 25% indicaban una negativa. Es decir, que parece que pocos lo utilizan de manera frecuente en su día a día, sólo 35 de los 138 estudiantes. Los que si tenían instalado chatbot hacían uso de *Chat GPT* y *Gemini* en su mayoría (81% y 15% respectivamente).

Además, también queríamos saber si una herramienta como Google aparecía con frecuencia usada por los alumnos, en sus distintas facetas de IA (Google Lens, Google Keep, Google maps, Copilot). En general estaban muy distribuidas las respuestas, siendo el Google Lens una de las herramientas más utilizadas por los estudiantes (79%).

Así que podemos concluir que nuestros estudiantes están familiarizados con la IAG pero que realmente no la usan para la resolución de dudas, o generación de material en su día a día. En esta línea no se han encontrado diferencias significativas entre géneros, pero sí entre titulaciones, $p > 0.05$ en todas las pruebas de Mann-Whitney, pero no es el caso de la prueba de Kruskal-Wallis aplicada ya que en la P03 los valores son menores de 0,05 en algunos casos (tabla 2).

Tabla 2. Resultados de estadística descriptiva y test no paramétricos de variables independientes, para los ítems relacionados con el uso de la IAG en actividades cotidianas, no académicas.

	P01	**P02**	**P03**
Mode	**3.000**	**1.000**	**3.000**
Median	4.000	1.000	3.000
Mean	3.565	2.290	2.667
Std. Deviation	1.107	1.760	1.258
Variance	1.226	**3.098**	1.582
Shapiro-Wilk	0.892	0.658	0.900
p-valor de Shapiro-Wilk	**<0.001**	**<0.001**	**<0.001**
U de Mann-Whitney para diferencias entre género	2114	1895	2195
p-valor de Mann-Whitney	**0.640**	**0.520**	**0.394**
F Kruskal-Wallis para diferencias entre titulaciones	2.887	2.584	9.197
p-valor Kruskal-Wallis	**0.236**	**0.275**	**0.010**

3.2. Uso de la IAG en actividades académicas

En este apartado se han analizado los resultados de las preguntas P04 a P09. Estas preguntas hacen referencia a qué, cómo, y cuándo se aplica la IAG en sus actividades académicas. En este aspecto concreto, llama la atención que la mayoría (109) afirma que no usa la IAG copiando y pegando respuestas sin analizar. Y, además, dicen buscar respuestas rápidas solo un 7,1% frente a un 26,4% que entablan conversación con la IA. Teniendo todo esto en cuenta se ha aplicado un análisis estadístico a las respuestas obtenidas en cada una de estas preguntas (tabla 3).

Tabla 3. Resultados de estadística descriptiva y test no paramétricos de variables independientes, para los ítems relacionados con el uso de la IAG en actividades académicas.

	P04	**P05**	**P06**	**P07**	**P08**	**P09**
Mode	**3.000**	**1.000**	**2.000**	**4.000**	**1.000**	**1.000**
Median	3.000	1.000	2.000	4.000	1.000	3.000
Mean	3.022	1.261	2.514	3.449	1.848	2.783
Std. Deviation	1.136	0.544	1.239	1.166	1.183	1.408
Variance	1.291	0.296	1.536	1.359	1.400	1.982
Shapiro-Wilk	0.914	0.528	0.891	0.899	0.729	0.881
p-valor de Shapiro-Wilk	**<0.001**	**<0.001**	**<0.001**	**<0.001**	**<0.001**	**<0.001**
U de Mann-Whitney (género)	2239.5	2082.5	2092.0	1847.5	1669.0	1993.0
p-valor de Mann-Whitney	**0.287**	**0.670**	**0.719**	**0.422**	**0.071**	**0.915**
F Kruskal-Wallis (titulaciones)	5.542	0.636	5.694	2.982	3.550	9.363
p-valor Kruskal-Wallis	**0.063**	**0.727**	**0.058**	**0.225**	**0.169**	**0.009**

De manera general, podemos decir que los estudiantes muestran una mayor inclinación y frecuencia a utilizar la IAG como herramienta (P07), incluso a modo de atajo (P04); en menor medida manejan los chatbot para la obtención de respuestas rápidas en lugar de buscar en internet (P06), siendo el ChatGPT el más utilizado; y cuando lo usan afirman no copiar y pegar la información sin haberla analizado (P05); finalmente no emplean aplicaciones específicas de IAG integradas en ChatGPT (P08) ni externas a este (P09).

No se encuentran diferencias significativas por género, en ninguna de las preguntas planteadas, ni entre titulación a excepción de la ***P09,*** que hace referencia al "***Uso aplicaciones de IA generativa externas al ChatGPT***", lo que nos hace pensar que puede ser debido a la diferencia entre las actividades planteadas en cada asignatura. En la pregunta adicional a la P09, las aplicaciones más utilizadas en orden decreciente serían: HUMATA, MindtheGraph, QuillBot y Canva.

Ahondando en la pregunta con mayor moda, ***P07: Empleo la IA generativa como herramienta***, la figura 3 muestra las distribuciones violín de densidad de probabilidad, junto con los datos estadísticos descriptivos (mediana, moda, cuartiles, la dispersión y la simetría de los datos) en formato de caja y bigote.

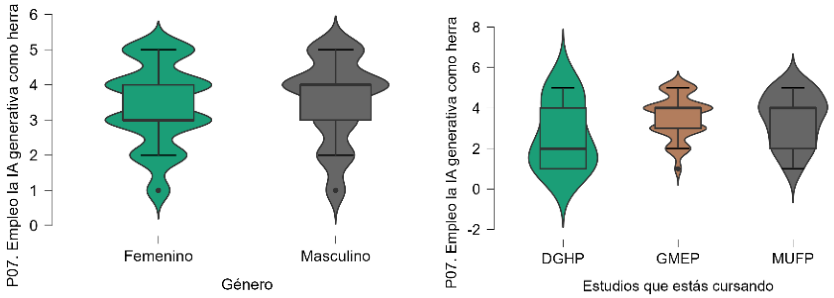


Fig. 3. Distribuciones violín de densidad de probabilidad de la pregunta P07: Empleo la IA generativa como herramienta, diferenciadas según las variables: género y estudios.

Así, aunque no parece haber una diferencia drástica entre géneros en el uso de la IA generativa como herramienta (P07), el grupo femenino presenta una mayor variabilidad en las respuestas, frente al masculino que es más homogénea. Esto sugiere que, aunque ambos géneros utilizan IA generativa en niveles similares, hay más diversidad en la intensidad de uso dentro del grupo femenino.

En lo que respecta a las diferencias entre estudios cursados, se aprecia una variación en el empleo de la IAG como herramienta. El GMEP presenta una distribución más compacta en valores intermedios, con menor variabilidad y un rango más reducido en comparación con los otros grupos, que muestran una mayor variabilidad en el uso de la IAG. Esto podría indicar diferencias en la familiaridad o la necesidad de usar IA generativa según la especialidad académica. No obstante, a pesar de las diferencias descriptivas para la P07, estas no son significativas según los valores de p del test de Kruskal-Wallis.

Se puede afirmar que, en este contexto académico, y en contra de lo que afirman en la P03 (que no usan la IAG en su día a día), el empleo que se hace de la IAG (P07) es como herramienta. Profundizando en para qué usan la IAG como herramienta, a través de las respuestas de las pregunta adicional a la P07, la media de los datos sugiere que es principalmente como medio de búsqueda de información (Ej.: preconcepciones, metodologías, saberes básicos, etc.), y después en menor medida para realizar: resúmenes, lluvia de ideas, creación de imágenes, reelaboración y mejora de textos, rúbricas de evaluación, esquemas, mapas, plantillas de fichas, presentaciones, generación de programaciones didácticas. En este sentido, se apoya la idea de que los estudiantes en el contexto de la escritura académica, muestran una recepción positiva hacia las herramientas de IA que ayudan en la corrección gramatical, la detección de plagio y la traducción de idiomas. Estas herramientas han mejorado las habilidades de escritura y la autoeficacia de los estudiantes, aunque algunos expresan preocupaciones sobre la creatividad y la integridad ética [11].

4. Conclusiones

Podemos confirmar que los estudiantes que han participado en este estudio están familiarizados con la IAG, pero su uso en actividades cotidianas y académicas es moderado. La mayoría utiliza la IAG como herramienta de búsqueda de información y

generación de contenido, intentando entablar conversaciones que mejoren los resultados iniciales. Al comenzar este estudio, un 60% de los estudiantes no tenían instalado ningún chatbot en sus dispositivos móviles, y solo un 25% lo usaba frecuentemente.

La IAG se está utilizando entre nuestros estudiantes, principalmente, como herramienta de búsqueda de información, pero también se ha empleado para realizar resúmenes, lluvias de ideas, creación de imágenes, mejora de textos, rúbricas de evaluación, todo ello como complemento para las SdA que debían realizar. Por lo tanto, nos encontramos en un momento en el cual podemos empezar a integrar estas herramientas de manera adecuada dentro de su formación. Para ayudar a su buen uso se ha desarrollado un protocolo que guie a los estudiantes en la selección y análisis crítico de los resultados obtenidos de la IA, pero muy pocos lo han utilizado de manera correcta, por lo que debemos incidir en este aspecto en futuros estudios.

La integración adecuada de la IA en la formación docente tiene el potencial de transformar la educación, mejorando la calidad de la enseñanza y preparando a los docentes para los desafíos futuros. Es crucial formar a los docentes en el uso crítico y ético de la IAG. La alfabetización digital debe ser una competencia clave para que los profesores no solo adopten tecnologías, sino que las utilicen de manera reflexiva para potenciar el aprendizaje.

5. Referencias

[1] Miao, F., y Holmes, W. (2024). Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación. UNESCO.

[2] Facer, K. y Selwyn, N. (2021). Digital technology and the futures of education –towards 'non-stupid' optimism. Paper commissioned for the UNESCO Futures of Education report (forthcoming, 2021).

[3] Anderson, J., y Rainie, L. (2023) Pew Research Center, Feb. 24, 2023. "The Future of Human Agency"

[4] Msambwa, M., Wen, Z., y Daniel, K. (2025). The Impact of AI on the Personal and Collaborative Learning Environments in Higher Education. European Journal of Education. https://doi.org/10.1111/ejed.12909.

[5] Crue Universidades Españolas. (2024). *Digitalización e IA generativa*. Recuperado de https://www.crue.org/wp-content/uploads/2024/03/Crue-Digitalizacion_IA-Generativa.pdf

[6] Zhou, X., Zhang, J., y Chan, C. (2024). Unveiling Students' Experiences and Perceptions of Artificial Intelligence Usage in Higher Education. Journal of University Teaching and Learning Practice. https://doi.org/10.53761/xzjprb23.

[7] Asri, A. (2024). Utilization of Artificial Intelligence in Improving Student Achievement. Paradoks : Jurnal Ilmu Ekonomi. https://doi.org/10.57178/paradoks.v7i4.990.

[8] Ribera, M., y Díaz, O. (2024). ChatGPT y educación universitaria: posibilidades y límites de ChatGPT como herramienta docente.

[9] Schei, O., Møgelvang, A., y Ludvigsen, K. (2024). Perceptions and Use of AI Chatbots among Students in Higher Education: A Scoping Review of Empirical Studies. Education Sciences. https://doi.org/10.3390/educsci14080922.

[10] Stöhr, C., Ou, A., y Malmström, H. (2024). Perceptions and usage of AI chatbots among students in higher education across genders, academic levels and fields of study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100259.

[11] Malik, A., Pratiwi, Y., Andajani, K., Numertayasa, I., Suharti, S., Darwis, A., y, M. (2023). Exploring Artificial Intelligence in Academic Essay: Higher Education Student's Perspective. International Journal of Educational Research Open. https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100296.

Agradecimiento: Este trabajo ha sido realizado gracias el Proyecto de innovación docente (PID) UAH/EV 1555.

IA en el aula: Explorando retos y oportunidades para la innovación educativa en secundaria uruguaya

Mariela Questa-Torterolo[1], Claudia Cabrera Borges[1,2], Silvia Umpiérrez Oroño[1,2]

[1] Instituto de Educación Universidad ORT Uruguay (Uruguay)

questa@ort.edu.uy

[2] Consejo de Formación en Educación de la Administración Nacional de Educación Pública (Uruguay)

claudiaanahi@gmail.com; sumpierrez16@gmail.com

Resumen. Esta comunicación presenta los avances sobre el análisis de los retos y desafíos que enfrentan los docentes de educación secundaria al implementar la Inteligencia Artificial (IA) en sus prácticas. El estudio, en curso, se centra en centros María Espínola (CME) de Uruguay, caracterizados por su compromiso con la inclusión digital. A través de un diseño mixto (cuantitativo-cualitativo), se busca: 1) Identificar las barreras que limitan la adopción de la IA en el aula; y 2) Co-diseñar estrategias formativas que permitan a los docentes superar estos obstáculos y utilizar la IA de manera efectiva, ética y pedagógicamente relevante. Se discutirán los desafíos relacionados con la falta de formación específica, las preocupaciones éticas, la disponibilidad de recursos y la integración de la IA en el currículo existente.

Palabras clave: Inteligencia artificial. Competencias digitales docentes. Educación secundaria.

1. Introducción

La promesa de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación es innegable, vislumbrando un futuro donde el aprendizaje se adapta a las necesidades individuales y las tareas administrativas se automatizan, liberando tiempo docente. No obstante, en la realidad dista de ser un camino allanado. La implementación exitosa de la IA en el aula se enfrenta con numerosos retos, que van desde la falta de preparación docente hasta la incertidumbre ética [1].

Este estudio, centrado en la voz de los educadores de secundaria, explora estos obstáculos. Se busca comprender qué barreras concretas impiden la adopción de la IA en la evaluación de los aprendizajes, un área fundamental en el proceso educativo. El proyecto toma forma en los Centros María Espínola (CME) de Uruguay [2], instituciones que, con su fuerte compromiso con la inclusión digital, ofrecen una especie de laboratorio para analizar estos desafíos en contextos diversos y, a menudo,

vulnerables. La meta es doble: conocer las dificultades y proponer una integración responsable y efectiva de la IA en la educación. De esta manera, este estudio pretende aportar evidencia empírica sobre la viabilidad de la IA en el contexto educativo y ofrecer recomendaciones que contribuyan a su adopción de manera equitativa y ética.

El estudio se fundamenta en tres conceptos teóricos clave que permiten comprender la complejidad de la integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación. En primer lugar, se analizan las Competencias Digitales Docentes (CDD), las cuales determinan la capacidad de los profesores para incorporar herramientas tecnológicas en sus prácticas pedagógicas. Para ello, se utiliza como base el marco DigCompEdu, que establece 22 competencias específicas organizadas en seis áreas y facilita una evaluación detallada de las habilidades requeridas para la enseñanza digital [3] [4]. La formación continua en estas competencias resulta esencial para garantizar que los docentes puedan adoptar herramientas basadas en IA de manera eficaz y alineada con los objetivos pedagógicos.

En segundo lugar, se examinan las barreras que dificultan la adopción de la IA en la educación. Estas barreras abarcan aspectos técnicos (como la infraestructura inadecuada), pedagógicos (por ejemplo, metodologías tradicionales que limitan el uso innovador de las tecnologías), éticos (preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos) y sociales (la resistencia al cambio por parte de algunos docentes y comunidades educativas). Estas limitaciones requieren estrategias específicas de capacitación y políticas institucionales que aborden tanto los desafíos técnicos como los humanos, permitiendo así un uso responsable y efectivo de la IA [5] [6].

Finalmente, se recurre a la teoría de la difusión de innovaciones, propuesta por Rogers [7], para comprender el proceso mediante el cual las nuevas tecnologías se diseminan en el ámbito educativo. Esta teoría identifica cinco categorías de adoptantes—innovadores, adoptantes tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados—lo que permite analizar cómo distintos segmentos de la comunidad educativa adoptan la IA en función de su predisposición al cambio. En conjunto, estos conceptos ofrecen un marco integral que orienta el diseño de estrategias formativas, políticas de implementación y procesos de comunicación orientados a impulsar la transformación digital en la educación.

2. Contenido

2.1. Objetivos

Este trabajo, alineado con las recomendaciones de la UNESCO [8] sobre la integración de la IA en la educación, tiene como objetivos: 1) Identificar las barreras que limitan la adopción de la IA por parte de los docentes de secundaria en las prácticas de aula, en consonancia con la literatura sobre resistencia a la tecnología en la educación [9]; 2) Analizar las competencias digitales docentes (CDD) necesarias para integrar la IA en el aula, utilizando el marco DigCompEdu como referencia [3] [4]; 3) Co-diseñar una propuesta formativa contextualizada que promueva un uso efectivo, ético y pedagógicamente relevante de la IA en la educación secundaria, siguiendo los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) [10]; y 4) Contribuir con una base de conocimientos para el diseño de políticas públicas en materia de innovación

educativa y desarrollo profesional docente, apoyando la transformación digital del sistema educativo [11].

2.2. Materiales y método

Para lograr estos objetivos, se diseñó una metodología mixta (cuantitativa-cualitativa), para este tipo de investigaciones [12]. En una primera fase, se aplicará un cuestionario basado en el marco DigCompEdu [3] a docentes de 12 Centros María Espínola (CME) en Uruguay [2]. El cuestionario, adaptado y validado para el contexto local [13], permitirá evaluar las competencias digitales de los docentes en relación con la IA, incluyendo ítems sobre su conocimiento, habilidades y actitudes hacia la inclusión de la IA.

En la segunda fase del estudio, se realizarán grupos de discusión con referentes institucionales en tecnología y educación de los CME, seleccionados mediante muestreo intencional [14]. Estos grupos explorarán en profundidad las barreras, desafíos y oportunidades percibidos en la integración de la IA en la práctica docente, siguiendo un protocolo semiestructurado basado en la literatura existente sobre el tema. Para el análisis de datos cuantitativos, se utilizarán técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales con el software Jamovi [15]. Los datos cualitativos se analizarán mediante codificación temática con el software Atlas.ti [16], siguiendo las recomendaciones de Braun & Clarke [17] para garantizar la validez y fiabilidad del análisis.

Como parte de la validación de este estudio se realizaron aplicaciones piloto de los instrumentos. En esta comunicación se reportan los resultados preliminares de esta validación teniendo en cuenta las perspectivas de los docentes de un centro educativo de secundaria sobre la temática de interés.

3. Resultados preliminares

Este proyecto aspira a generar resultados concretos a partir de la base sentada por el estudio piloto previo [18] [19]. En la aplicación piloto, realizada en un centro educativo de enseñanza secundaria (n=63), se arribó a hallazgos clave que iluminan la situación de los docentes en relación con las tecnologías digitales y la IA. El análisis de las competencias digitales docentes, realizado a partir del cuestionario DigCompEdu, reveló una autopercepción mayoritariamente ubicada en los niveles "Explorador" (A2) e "Integrador" (B1), lo que sugiere un dominio intermedio de las habilidades digitales, pero también evidencia limitaciones en el uso de metodologías innovadoras. Sin embargo, se observó una falta de formación específica en IA entre la mayoría de los participantes.

En cuanto al uso de tecnologías, las herramientas más frecuentes en el aula fueron presentaciones (n=58) y videos/audios (n=62), lo que denota una tendencia a un uso más pasivo de las tecnologías, y un potencial desaprovechamiento del potencial de la IA en la creación de actividades y experiencias innovadoras. El análisis cualitativo de las entrevistas permitió identificar tres temas centrales que dan mayor profundidad a estos datos:

- Planificación vs. Implementación: Si bien la IA se percibe como útil para la planificación de la enseñanza, su integración efectiva en la implementación de las actividades de aula resulta limitada. La evidencia cualitativa ilustra esta discrepancia: "Uso mucho para eso [planificar], pero desde la planificación digamos, y no tanto para el aula…"
- Preferencia por la retroalimentación no digital: A pesar del potencial de la IA para personalizar y automatizar la retroalimentación, los docentes expresaron una preferencia por los métodos tradicionales que permitan una mayor interacción directa con los estudiantes: "Proporciono comentarios constructivos a los estudiantes, pero no en formato digital".
- Compromiso y desafíos: Los docentes manifestaron un "tremendo compromiso" (sic) con la innovación educativa y la exploración de nuevas tecnologías, pero reconocieron la dificultad de integrar la IA de manera significativa en sus prácticas pedagógicas, cuestionando: "¿Qué puedo hacer con la tecnología, que no lo puedo hacer con el papel?".

En relación con los desafíos, el análisis revela que, si bien existe una buena predisposición a usar herramientas TIC, no se presenta a priori una relación directa con las nuevas utilidades relacionadas con la IA, lo que sugiere la necesidad de un acompañamiento específico para que los docentes puedan transferir sus conocimientos y habilidades a este nuevo ámbito.

Estos resultados de la aplicación piloto sugieren que, si bien existe un reconocimiento del potencial de la IA y una predisposición hacia el uso de tecnologías digitales, persisten barreras significativas para su implementación efectiva en la evaluación en el aula, como la falta de formación específica, las dificultades para trasladar la teoría a la práctica y la preferencia por la retroalimentación no digital. Esto señala la necesidad de intervenciones formativas integrales que aborden tanto las habilidades técnicas como las pedagógicas, y que promuevan una reflexión crítica sobre el valor y el uso adecuado de la IA en el contexto educativo.

En los pasos próximos, durante la implementación del estudio en los centros María Espínola, se espera obtener un inventario de las barreras, confirmando la percepción inicial de que las CDD de los docentes en el área de evaluación mediada por tecnología, incluyendo IA, se encuentran en niveles iniciales o moderados. El inventario profundizará en los aspectos técnicos (dominio de herramientas), pedagógicos (estrategias de integración) y éticos (preocupaciones sobre sesgos y privacidad) que limitan el uso efectivo de la IA, permitiendo diseñar una propuesta formativa validada que aborde estas necesidades específicas, enfocándose en el desarrollo de habilidades prácticas y la reflexión crítica sobre el uso de la IA.

4. Discusión y conclusiones

La integración de la IA en la educación presenta una serie de desafíos y oportunidades que merecen atención. Uno de los principales desafíos radica en la necesidad de capacitar adecuadamente a los docentes para que puedan incorporar eficazmente estas tecnologías en sus prácticas pedagógicas [20]. La formación docente es esencial para garantizar que la IA se utilice de manera efectiva y ética en el aula [21] [22].

Además, es crucial abordar las implicaciones éticas asociadas con el uso de la IA en entornos educativos. Esto incluye la protección de la privacidad de los datos de los estudiantes y la garantía de un acceso equitativo a las herramientas tecnológicas, evitando así la ampliación de brechas existentes [23].

Por otro lado, la IA ofrece oportunidades significativas para personalizar el aprendizaje, adaptándose a las necesidades individuales de cada estudiante y mejorando la gestión educativa. La implementación adecuada de estas tecnologías tiene el potencial de innovar y transformar positivamente la educación secundaria en Uruguay, siempre y cuando se realice con una planificación cuidadosa y una consideración profunda de los aspectos éticos y sociales involucrados [18] [24].

La presente investigación se propone ofrecer una mirada comprehensiva sobre la integración de la IA en el contexto de la educación secundaria uruguaya. En línea con trabajos previos [1], se espera que el proyecto contribuya a comprender las oportunidades y los desafíos que presenta la IA para personalizar el aprendizaje, proporcionar retroalimentación más efectiva y automatizar tareas administrativas. Sin embargo, se reconoce que la implementación exitosa de la IA depende de la superación de barreras técnicas, pedagógicas y éticas, tal como se ha evidenciado en otras investigaciones [24].

Los resultados preliminares del estudio piloto [18] [19] sugieren que un porcentaje importante de docentes de secundaria no se sienten completamente preparados para evaluar en entornos digitales y que las herramientas de IA tienen aplicaciones limitadas, principalmente en la planificación. Esta situación refuerza la necesidad de fortalecer las competencias digitales docentes (CDD) y de proporcionarles herramientas y estrategias para utilizar la IA de manera efectiva y responsable.

Este estudio proyecta revelar más información valiosa sobre las CDD necesarias para integrar la IA en la enseñanza y con foco en la evaluación de aprendizajes, confirmando o refutando la hipótesis de que el modelo DigCompEdu [3] es un marco adecuado para evaluar estas competencias en el contexto uruguayo. Se espera identificar las barreras que limitan la adopción de la IA, tales como la falta de formación, las preocupaciones éticas y la dificultad para integrar la IA en el currículo existente. En línea con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) [10], el proyecto busca también promover una evaluación más inclusiva y equitativa, atendiendo a la diversidad de los estudiantes y fomentando la participación de todos en el proceso de aprendizaje.

La propuesta formativa que se co-diseñará en el marco de este proyecto buscará abordar las necesidades específicas de los docentes de los CME, proporcionándoles herramientas prácticas y estrategias pedagógicas para utilizar la IA de manera efectiva y responsable. Se espera que esta formación, que en contexto de la aplicación puede considerarse una innovación, tenga un impacto positivo en las prácticas evaluativas de los docentes y en el aprendizaje de los estudiantes [22]. Además, el protocolo de aplicación de la formación facilitará su replicabilidad en otros contextos educativos favoreciendo su sostenibilidad.

En síntesis, esta investigación se propone contribuir al campo de la tecnología educativa y la educación científica, generando conocimientos y herramientas que permitan superar las barreras que limitan la adopción de la IA en la enseñanza y, especialmente, en la evaluación, así como promover un uso efectivo, ético y pedagógicamente relevante de la IA en la educación secundaria en Uruguay.

5. Referencias

[1] W. Holmes, F. Miao, Z. Hui y H. Ronghuai, Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas., París: UNESCO, 2021.

[2] Adminsitración Nacional de Educación Pública, «Centros María Espínola,» [En línea]. Available: https://transformacioneducativa.anep.edu.uy/abatir-inequidad/espinola.

[3] C. Redecker y Y. Punie, European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu, Sevilla: Publications Office of the European Union, 2017.

[4] Ministerio de Educación y Formación Profesional; Administraciones educativas de las comunidades autónomas, «Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF),» Enero 2022. [En línea]. Available: https://intef.es/wp-content/uploads/2023/05/MRCDD_GTTA_2022.pdf. [Último acceso: 21 Marzo 2025].

[5] R. Luckin, W. Holmes, M. Griffiths y L. B. Forcier, Intelligence unleashed: An argument for AI in education., London: Pearson, 2016.

[6] W. Holmes, M. Bialik y C. Fadel, Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning., Center for Curriculum Redesign, 2019.

[7] E. M. Rogers, Diffusion of innovations, Fifth ed., New York: Free Press, 2003.

[8] UNESCO, AI and Education: Guidance for policy-makers, París : UNESCO, 2021.

[9] P. A. Ertmer y A. T. Ottenbreit-Leftwich, «Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect.,» *Journal of Research on Technology in Education,* vol. 42, nº 3, pp. 255-284, 2010.

[10] CAST, «Universal Design for Learning Guidelines version 2.2.,» 2018. [En línea]. Available: http://udlguidelines.cast.org. [Último acceso: 25 Enero 2025].

[11] M. Fullan, The new meaning of educational change., New York: Teachers College Press, 2016.

[12] J. W. Creswell y V. L. & Plano Clark, Designing and conducting mixed methods research., Third ed., California: Sage, 2017.

[13] J. Padilla, «Validity evidence based on test content.,» *Psicothema,,* vol. 19, nº 1, pp. 144-150, 2007.

[14] M. Q. Patton, Qualitative research & evaluation methods., Fourth ed., Thousand Oaks: Sage, 2015.

[15] Jamovi, «Open statistical software for the desktop and cloud,» [En línea]. Available: https://www.jamovi.org/.

[16] Atlas.ti, «The #1 software for qualitative data analysis,» [En línea]. Available: https://atlasti.com/?x-clickref=1101lAkgntug.

[17] V. Braun y V. Clarke, «Using thematic analysis in psychology.,» *Qualitative Research in Psychology,* vol. 3, nº 2, pp. 77-101, 2006.

[18] M. Questa-Torterolo, C. Cabrera Borges y A. Tejera Techera, *Improving inclusive assessment through teacher training,* Barcelona, 2024.

[19] M. Questa-Torterolo y A. Madriaga, «¿Qué competencias tienen los docentes para evaluar a partir del uso de tecnologías digitales? Estudio de caso en Uruguay.,» de *Libro de Actas del XXI Congreso Internacional de Investigación Educativa. Investigación educativa e innovación ante los retos de la sostenibilidad*, Barcelona, 2025.

[20] M. Pérez-Pulido y M. Terrón Torrado, «La teoría de la difusión de la innovación y su aplicación al estudio de la adopción de recursos electrónicos por los investigadores de la Universidad de Extremadura,» *Revista Española de Documentación Científica,* vol. 27, nº 3, pp. 309-329, 2004.

[21] A. García Pérez, «Educar en la era de la inteligencia artificial: reflexiones y desafíos para los docentes,» *Claridades,* vol. 16, nº 2, pp. 233-243, 2024.

[22] M. Ubal, P. Tambasco, S. Martínez y M. García, «El impacto de la Inteligencia Artificial en la educación. Riesgos y potencialidades de la IA en el aula.,» *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa,* nº 15, pp. 41-57, 2023.

[23] R. Bustamante y A. Camacho, «Inteligencia artificial (IA) en las escuelas: una revisión sistemática (2019-2023),» *Enunciación,* vol. 29, nº 1, pp. 62-82, 2024.

[24] UNESCO, Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación, París: UNESCO, 2024.

[25] E. Kallestinova, «How to Write Your First Research Paper,» *Yale Journal of Biology and Medicine,* vol. 84, nº 3, p. 181–190, Sep 2011.

[26] F. Moreno, N. Marthe y L. Rebolledo, ómo escribir textos académicos según normas internacionales: APA, IEEE, MLA, Vancouver e ICONTEC, Barranquilla (Colombia): Ediciones Uninorte, 2010.

[27] A. García-Colmenarejo, M. Rodríguez Rivollier y M. y. M. L. S. Rodríguez-Sedano, «Modelo de artículo académico-profesional para autores: Guía de Estilo y criterios APA de publicación,» *Revista de Mediación,* vol. 8, nº 2, 2015.

[28] Springer, «Lecture Notes in Computer Science (LNCS),» 2017. [En línea]. Available: http://www.springer.com/gp/computer-science/lncs. [Último acceso: 21 05 2019].

[29] Naciones Unidas, «Objetivos de Desarrollo Sostenible: 17 objetivos para cambiar nuestro mundo,» 2017. [En línea]. Available: http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-agenda-de-desarrollo-sostenible/. [Último acceso: 21 05 2019].

[30] APA versión 7, «Manual de Publicaciones de la American Psychological Association,» 2019. [En línea]. Available: https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf. [Último acceso: 22 03 2021].

La inteligencia artificial en educación primaria: una revisión bibliográfica

John Jairo Briceño-Martínez[1] y Fredy Ramon Garay-Garay[2]

[1]Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Educación. Universidad Industrial de Santander (Colombia)
jjbrimar@uis.edu.co

[2]Facultad de Educación. Universidad de Antioquia, Medellín, (Colombia)
fredy.garay@udea.edu.co

Resumen. Aunque la inteligencia artificial (IA) ha ganado espacio en el ámbito educativo, su aplicación en primaria sigue siendo limitada. Este estudio revisa 31 artículos indexados en Scopus (2015–2025), analizados con VOSviewer. Se observa un aumento de investigaciones desde 2021, impulsado por modelos como GPT-3 y GPT-4. Las principales líneas abordan la personalización del aprendizaje, el desarrollo cognitivo y la creación de entornos interactivos. Se destacan herramientas como chatbots y sistemas AIoT (Inteligencia Artificial de las Cosas), que combinan IA con dispositivos conectados para monitorear el entorno escolar, fortaleciendo competencias orales y conciencia ecológica. Persisten retos en formación docente y regulación, lo que exige equilibrar automatización y acompañamiento humano.

Palabras clave: inteligencia artificial. Revisión bibliográfica. Educación primaria.

1. Introducción

El interés por la inteligencia artificial (IA) en educación ha crecido en los últimos años, especialmente en los niveles secundario y superior [1], [2], [3], [4] Sin embargo, su aplicación en educación primaria sigue siendo limitada, lo que deja vacíos en el conocimiento sobre sus beneficios y desafíos en esta etapa [5], [6], [7], [8].

Un análisis de la base de datos Scopus refleja esta tendencia: mientras que las investigaciones sobre IA en educación secundaria y superior suman 84 y 322 publicaciones, respectivamente, en educación primaria solo se han identificado 40 estudios. Esta diferencia plantea interrogantes sobre el papel de la IA en los primeros años escolares [9], [10]. Las investigaciones recientes han explorado diversas aplicaciones de la IA en la enseñanza [11], [12], [13], [14]. Por ejemplo, unos investigadores [5] analizaron el impacto de los sistemas de tutoría inteligente en matemáticas, evidenciando mejoras en el rendimiento académico. Otros [6] evaluaron la efectividad de los asistentes virtuales en el aprendizaje de segundas lenguas, y el uso de algoritmos de aprendizaje automático para personalizar la enseñanza [7], [15]. La

diversidad estudiantil en primaria también es una línea emergente que se ha estudiado en educación primaria [16] [11].

En el ámbito de la gamificación, se ha señalado que los entornos digitales basados en IA pueden mejorar la motivación estudiantil [7]. Otros estudios subrayan el papel de los asistentes virtuales en la autonomía del aprendizaje [17], mientras que se ha investigado el uso de sistemas de recomendación para la selección de materiales didácticos [18]. Además, se ha analizado la automatización de la enseñanza [19] y el impacto de los juegos educativos en la comprensión lectora infantil [20].

La formación docente es otro factor clave en la integración de la IA en la educación primaria [14], [21], [22]. Se ha enfatizado la necesidad de capacitar a los docentes en el uso de estas herramientas [9], mientras que se ha destacado que su preparación influye en la adopción de la tecnología. Investigaciones han abordado los sesgos en la evaluación automatizada. Estos sistemas pueden dar resultados rápidos y ahorrar tiempo al profesor, pero a veces no entienden bien detalles más humanos, como la creatividad o el contexto en el que los niños hacen sus tareas [9] [23], [24], [25].

Desde una perspectiva ética, se ha resaltado la importancia de proteger la privacidad de los datos estudiantiles [10] y se ha señalado la necesidad de establecer normativas justas que garanticen un uso responsable de la inteligencia artificial en los entornos educativos. Asimismo, se ha analizado la transición de los sistemas educativos hacia la IA, destacando la importancia de un marco normativo adecuado [26].

Además, se ha señalado la falta de estudios longitudinales sobre sus efectos en la infancia [27] y se ha advertido sobre la necesidad de enfoques pedagógicos que complementen, pero no reemplacen, la labor docente [12], [28], [29], [30], [31].

En consecuencia, el presente estudio busca analizar la incorporación de la IA en la educación primaria, explorando sus beneficios, limitaciones y desafíos a partir de la literatura científica reciente.

Preguntas de investigación

1. ¿Qué temas han sido abordados en la investigación sobre IA en educación primaria?
2. ¿Qué estrategias didácticas se han implementado con IA en este nivel educativo?
3. ¿Qué herramientas tecnológicas basadas en IA se han utilizado en educación primaria?

2. Metodología

Se desarrolló una revisión bibliográfica de artículos publicados entre 2015 y 2025, utilizando la expresión de búsqueda (“artificial intelligence” AND “primary education”) y limitando los resultados a publicaciones en inglés. La búsqueda se llevó a cabo en la base de datos Scopus, arrojando un total de 40, descartando 9 que no eran específicamente de la temática, por lo que se analizaron 31 artículos con el software VOSviewer en una primera instancia. Luego se continuó con la lectura crítica de cada estudio, excluyendo aquellos que, pese a contener la palabra clave, no abordaban directamente la inteligencia artificial o estaban centrados en niveles educativos distintos al de primaria.

3. Los resultados

3.1 ¿Los temas que se han trabajado en IA en educación primaria?

El análisis de las palabras clave realizado con VOSviewer permitió examinar 323 términos, estableciendo un umbral mínimo de dos ocurrencias. Como resultado, se identificaron 32 términos recurrentes que permiten delimitar las principales líneas de trabajo sobre IA en educación primaria. El nodo central “inteligencia artificial” se relaciona estrechamente con términos como “educación primaria”, “enseñanza” y “escuelas primarias”, lo que da cuenta del foco específico en este nivel educativo. Además, aparecen con frecuencia palabras como “aprendizaje activo”, “e-learning” y “computación en educación”, lo que evidencia el interés por el uso de herramientas digitales que favorezcan una enseñanza más personalizada. También se destacan conceptos vinculados al desarrollo de habilidades cognitivas y lingüísticas, así como el uso de tecnologías emergentes como “realidad aumentada”, “realidad virtual” y “chatbots”, que han sido integradas como recursos para fomentar experiencias de aprendizaje más interactivas. Estos hallazgos confirman una tendencia hacia la incorporación de sistemas inteligentes en los entornos escolares, con el propósito de enriquecer las prácticas docentes y fortalecer competencias clave en el contexto de la transformación digital.

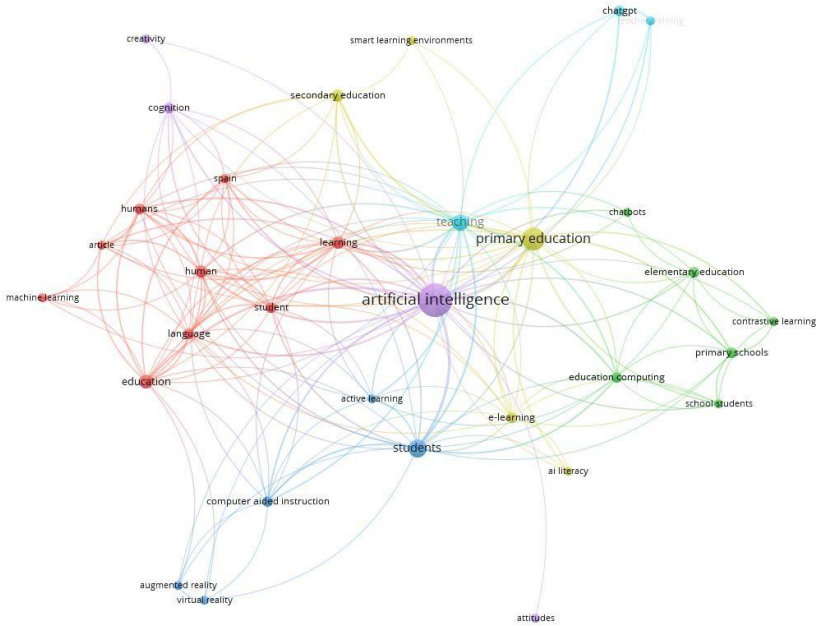


Fig. 1. Co-ocurrencias por palabras clase con VOSviewe.

Por otro lado, el interés por la inteligencia artificial (IA) en educación ha crecido notablemente desde 2021, impulsado por la accesibilidad de modelos avanzados como GPT-3 y GPT-4. Este auge ha favorecido el desarrollo de herramientas para la enseñanza, la personalización del aprendizaje y la generación de contenidos educativos. Sin

embargo, en educación primaria su implementación sigue siendo limitada, reflejando la necesidad de más investigación en este nivel. El número de publicaciones sobre IA en educación ha aumentado de manera sostenida. En 2021 se registraron 5 estudios sobre el tema, cifra que creció a 12 en 2022 y alcanzó 18 en 2023. En 2024, el incremento fue aún más notable, con 25 publicaciones, y hasta febrero de 2025 se han identificado dos estudios adicionales, lo que sugiere que la tendencia seguirá al alza. Este incremento (de 5 estudios en 2021 a 25 en 2024) coincide con la masificación de la IA generativa en distintos ámbitos, impulsando su incorporación progresiva en el sector educativo. No obstante, este crecimiento también plantea desafíos, como el uso indebido de estas tecnologías, la necesidad de regulación y la formación docente para su aplicación efectiva. A pesar de estos retos, la IA sigue ganando espacio en la educación, resaltando la importancia de seguir explorando sus aplicaciones y estableciendo lineamientos que garanticen su uso responsable y beneficioso.

Además, en un análisis de citas se identifican los estudios más influyentes en el campo, destacándose aquellos con mayor impacto en la comunidad científica. Este tipo de análisis permite visualizar tendencias emergentes y líneas de investigación en crecimiento. Los documentos más citados suelen marcar la dirección de futuras investigaciones, especialmente aquellos agrupados en los tres clústeres más representativos. Entre ellos, se encuentra el estudio con mayor número de citas, que examina las concepciones previas de estudiantes finlandeses de quinto y sexto grado sobre la inteligencia artificial y sus implicaciones en la alfabetización digital (n=53) [25]. Le sigue una investigación centrada en la relación entre la inteligencia artificial y el desarrollo de habilidades humanas en el contexto educativo (n=51) [6]. En tercer lugar, se destaca el análisis del impacto de un curso basado en STEM en la motivación estudiantil a largo plazo (n=45) [8]. Estos estudios reflejan el creciente interés por la integración de la inteligencia artificial en la educación, abordando temáticas que van desde la alfabetización digital hasta el fortalecimiento de competencias y la motivación del estudiantado.

3.2 ¿Qué estrategias didácticas se han implementado utilizando inteligencia artificial en este nivel educativo?

El uso de la inteligencia artificial (IA) en la educación primaria ha abierto nuevas posibilidades para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Algunos estudios han analizado la integración de la IA en el aula, mostrando que los sistemas pueden sugerir automáticamente contenidos o actividades según el avance del estudiante, pero que el rol del docente sigue siendo clave para interpretar y adaptar esas recomendaciones al contexto real del aula [19]. En este mismo campo, se ha examinado el impacto del uso de chatbots en la enseñanza del inglés como lengua extranjera en una escuela primaria en China, encontrando mejoras significativas en la competencia oral y en la disposición a comunicarse en comparación con los métodos tradicionales [3]. Estos resultados sugieren que el uso de chatbots personalizados puede fortalecer la instrucción y facilitar una enseñanza más adaptada a las necesidades individuales de los estudiantes.

De manera complementaria, se ha explorado el potencial de los sistemas de Inteligencia Artificial de las Cosas (AIoT) en el ámbito educativo, especialmente para evaluar el conocimiento ambiental mediante sensores y dispositivos electrónicos que

recopilan información en tiempo real. Esta propuesta busca fortalecer la conciencia ambiental del estudiantado a través del uso de tecnologías interactivas [9].

Por otro lado, se ha analizado el uso de ChatGPT en la educación primaria, destacando su posible contribución al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4. La mayoría de los docentes encuestados considera que esta herramienta es adecuada para apoyar los procesos de enseñanza, aunque subrayan la importancia de promover un uso responsable y orientado a la mejora del aprendizaje [13].

3.3 ¿Qué aplicaciones o herramientas tecnológicas basadas en inteligencia artificial se han utilizado en educación primaria?

Las investigaciones recientes evidencian la incorporación de diversas herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) para transformar la enseñanza en la educación primaria. Se han desarrollado marcos experimentales para evaluar su impacto en el aprendizaje; por ejemplo, se diseñó un sistema que recopila 4.800 preguntas de 48 tareas escolares en China, con el fin de establecer un punto de referencia para la evaluación de la IA en contextos educativos [6].

Entre las tecnologías más destacadas se encuentran los chatbots, ampliamente reconocidos en la enseñanza del inglés como lengua extranjera [3]. Asimismo, se han creado herramientas de modelado gráfico para supervisar la enseñanza virtual y analizar los procesos formativos a distancia tras la pandemia [31].

En el acompañamiento educativo, se ha explorado el uso de ChatGPT como asistente de enseñanza, destacando su potencial para interactuar con los estudiantes [22]. También se han utilizado algoritmos de aprendizaje automático para analizar electroencefalogramas (EEG) en niños de cuatro años, con el fin de predecir su rendimiento académico a los ocho años. Para ello, se empleó el clasificador K-Nearest Neighbor (KNN), incorporando además variables sociodemográficas como el entorno familiar y el nivel educativo de los padres.

Estudios innovadores, buscan analizar el uso de plantas como sensores dentro de un sistema AIoT permite inferir la presencia y patrones de interacción de los estudiantes en espacios educativos, ofreciendo datos útiles para comprender su grado de participación en actividades de educación ambiental y optimizar el diseño de entornos de aprendizaje sostenibles. [9].

La literatura también examina la transformación de los roles educativos y las competencias cognitivas requeridas para una integración pedagógica efectiva de la IA. [23]. No obstante, algunos estudios advierten sobre desafíos éticos, como la necesidad de regular los contenidos generados con herramientas como ChatGPT para evitar la difusión de información errónea [4], o el impacto de noticias falsas (deepfakes) generadas con IA en cortometrajes educativos [30].

También se ha presentado un modelo de aprendizaje automático para mejorar la educación de estudiantes con discapacidad en el Reino Unido, resaltando el potencial de la IA para promover entornos más inclusivos [16].

Aunque estas herramientas ofrecen oportunidades significativas, su implementación requiere evaluación rigurosa. Es clave considerar las competencias digitales docentes,

principios éticos y la validación de los resultados generados por la IA, a fin de garantizar un impacto positivo y sostenible en la educación primaria [24].

4. Recomendaciones

La formación docente en educación primaria debe incluir nociones básicas sobre inteligencia artificial y su aplicación pedagógica, así como el uso didáctico de herramientas como chatbots, asistentes virtuales y realidad aumentada. Es fundamental desarrollar competencias para diseñar experiencias personalizadas de aprendizaje y fomentar el pensamiento crítico frente a los riesgos éticos y la desinformación. Además, los docentes deben aprender a interpretar los datos generados por la IA para tomar decisiones pedagógicas contextualizadas. Finalmente, se requiere capacitar en la evaluación del impacto de estas tecnologías para garantizar su uso efectivo y sostenible.

Es necesario profundizar en los desafíos éticos que plantea el uso de inteligencia artificial en la educación primaria, como la privacidad de datos, el sesgo algorítmico y la autonomía docente. Se deben establecer marcos regulatorios claros que protejan a los estudiantes y orienten el uso pedagógico de estas tecnologías. Estos marcos deben ser inclusivos, adaptables y centrados en el bienestar infantil. Asimismo, deben promover una alfabetización digital crítica desde edades tempranas.

5. Conclusiones

La investigación sobre inteligencia artificial (IA) en educación primaria ha crecido desde 2021, impulsada por modelos como GPT-3 y GPT-4. Aunque su implementación sigue siendo limitada, la IA ha demostrado potencial en tres áreas clave: personalización del aprendizaje, desarrollo de habilidades cognitivas y lingüísticas, y generación de entornos interactivos [8] [7].

El uso de chatbots y sistemas de Inteligencia Artificial de las Cosas (AIoT) ha mostrado mejoras en la competencia oral y la conciencia ambiental [3] [9], alineándose con la idea de que la IA puede diversificar las estrategias pedagógicas y didácticas [25]. Ade- más, los algoritmos de aprendizaje automático han sido aplicados en la evaluación del rendimiento académico [29] y el monitoreo de la enseñanza virtual [31].

Si bien la IA tiene el potencial de transformar la educación, su implementación requiere un enfoque reflexivo que equilibre la automatización con la interacción humana [7]. Persisten desafíos en la formación docente y la regulación de su uso, lo que resalta la necesidad de estrategias que garanticen su integración efectiva en el aula.

Finalmente, aunque la investigación en educación primeria aumenta, sigue siendo es- casa y requiere ser ampliada con mayores investigaciones, analizando el efecto de la IA en el aprendizaje de los niños y las niñas.

6. Limitaciones del estudio

El estudio se limita por la escasa investigación centrada exclusivamente en educación primaria y la falta de evidencia longitudinal sobre el impacto real de la IA. Predominan experiencias puntuales en contextos con buena infraestructura tecnológica, lo que dificulta su generalización. Además, hay poco desarrollo de marcos éticos y normativos específicos. Esto restringe la aplicabilidad de los hallazgos en contextos diversos y reales.

7. Referencias

[1] R. Gudyanga, "Research Trends and Gaps in the Adoption of Immersive Reality Technologies in African Education Systems," *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, vol. 23, no. 11, pp. 232–253, 2024, doi: 10.26803/ijlter.23.11.12.

[2] M. Dimeli and A. Kostas, "The Role of ChatGPT in Education: Applications, Challenges: Insights From a Systematic Review," *Journal of Information Technology Education: Research*, vol. 24, pp. 1–30, 2025, doi: 10.28945/5422.

[3] Y. Yuan, "An empirical study of the efficacy of AI chatbots for English as a foreign language learning in primary education," *Interactive Learning Environments*, vol. 32, no. 10, pp. 6774–6789, 2024, doi: 10.1080/10494820.2023.2282112.

[4] I. Korsakova, "RISKS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MUSIC EDUCATION," *Musical Art and Education*, vol. 12, no. 2, 2024, doi: 10.31862/2309-1428-2024-12-2-24-34.

[5] Y. Dai, Z. Lin, A. Liu, D. Dai, and W. Wang, "Effect of an Analogy-Based Approach of Artificial Intelligence Pedagogy in Upper Primary Schools," *Journal of Educational Computing Research*, vol. 61, no. 8, pp. 159–186, 2024, doi: 10.1177/07356331231201342.

[6] Y. Bai, J. Li, J. Shen, and L. Zhao, "Investigating the Efficacy of ChatGPT-3.5 for Tutoring in Chinese Elementary Education Settings," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 17, pp. 2156–2171, 2024, doi: 10.1109/TLT.2024.3464560.

[7] M. Benvenuti *et al.*, "Artificial intelligence and human behavioral development: A perspective on new skills and competences acquisition for the educational context," *Comput Human Behav*, vol. 148, 2023, doi: 10.1016/j.chb.2023.107903.

[8] P. Mertala, J. Fagerlund, and O. Calderon, "Finnish 5th and 6th grade students' pre-instructional conceptions of artificial intelligence (AI) and their implications for AI literacy education," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 3, 2022, doi: 10.1016/j.caeai.2022.100095.

[9] B. Tabuenca *et al.*, "Greening smart learning environments with Artificial Intelligence of Things," *Internet of Things (Netherlands)*, vol. 25, 2024, doi: 10.1016/j.iot.2023.101051.

[10] C. Julià and J. Ò. Antolí, "Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation," *Int J Technol Des Educ*, vol. 29, no. 2, pp. 303–327, 2019, doi: 10.1007/s10798-018-9441-8.

[11] H. Galindo-Domínguez, N. Delgado, L. Campo, and D. Losada, "Relationship between teachers' digital competence and attitudes towards artificial intelligence in education," *Int J Educ Res*, vol. 126, 2024, doi: 10.1016/j.ijer.2024.102381.

[12] M. Oyedoyin, I. T. Sanusi, and M. A. Ayanwale, "Young children's conceptions of computing in an African setting," *Computer Science Education*, 2024, doi: 10.1080/08993408.2024.2314397.

[13] H. Uğraş, M. Uğraş, S. Papadakis, and M. Kalogiannakis, "ChatGPT-Supported Education in Primary Schools: The Potential of ChatGPT for Sustainable Practices," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 16, no. 22, 2024, doi: 10.3390/su16229855.

[14] B. Pardamean, T. Suparyanto, T. W. Cenggoro, D. Sudigyo, and A. Anugrahana, "AI-Based Learning Style Prediction in Online Learning for Primary Education," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 35725–35735, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3160177.

[15] B. Peña-Acuña and R. Crismán-Pérez, "Research on Papua, a digital tool with artificial intelligence in favor of learning and linguistic attitudes towards the learning of the English language in students of Spanish language as L1," *Front Psychol*, vol. 13, 2022, doi: 10.3389/fpsyg.2022.1019278.

[16] P. A. García-Tudela, P. Prendes-Espinosa, and I. M. Solano-Fernández, "The Spanish experience of future classrooms as a possibility of smart learning environments," *Heliyon*, vol. 9, no. 8, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e18577.

[17] S. N. Moral-Sánchez, F. J. Ruiz Rey, and M. Cebrián-de-la-Serna, "Analysis of artificial intelligence chatbots and satisfaction for learning in mathematics education," *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, no. 20, pp. 1–14, Dec. 2023, doi: 10.46661/ijeri.8196.

[18] J. Fu, "Innovation of engineering teaching methods based on multimedia assisted technology," *Computers and Electrical Engineering*, vol. 100, 2022, doi: 10.1016/j.compeleceng.2022.107867.

[19] K. Sperling, L. Stenliden, J. Nissen, and F. Heintz, "Still w(AI)ting for the automation of teaching: An exploration of machine learning in Swedish primary education using Actor-Network Theory," *Eur J Educ*, vol. 57, no. 4, pp. 584–600, 2022, doi: 10.1111/ejed.12526.

[20] P. Lin, F. Zhao, X. Wang, and Y. Chen, "Initiating a novel elementary school artificial intelligence-related image recognition curricula," *Multimed Tools Appl*, 2024, doi: 10.1007/s11042-024-19982-3.

[21] I. L. Btissam, B. Aziz, Z. Rouaine, and N. Hanane, "HYBRID TRAINING IN ROBOTICS AND THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL TECHNOLOGY SKILLS FOR TEACHERS IN MOROCCO," *J Theor Appl Inf Technol*, vol. 102, no. 7, pp. 2829–2841, 2024.

[22] A. Lozano and C. Blanco Fontao, "Is the Education System Prepared for the Irruption of Artificial Intelligence? A Study on the Perceptions of Students of Primary Education Degree from a Dual Perspective: Current Pupils and Future Teachers," *Educ Sci (Basel)*, vol. 13, no. 7, 2023, doi: 10.3390/educsci13070733.

[23] J. Zhu and C. Ren, "Analysis of the Effect of Artificial Intelligence on Role Cognition in the Education System," *Occup Ther Int*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/1781662.

[24] H. Gao, Y. Zhang, G.-J. Hwang, S. Zhao, Y. Wang, and K. Wang, "Delving into primary students' conceptions of artificial intelligence learning: A drawing-based epistemic network analysis," *Educ Inf Technol (Dordr)*, vol. 29, no. 18, pp. 25457–25486, 2024, doi: 10.1007/s10639-024-12847-0.

[25] X. Huang, "Application of artificial intelligence APP in quality evaluation of primary school science education," *Educ Stud*, vol. 50, no. 6, pp. 1215–1235, 2024, doi: 10.1080/03055698.2022.2066462.

[26] S. Capogna, S. Pellegrini, and R. Sebastiani, "Transition and Artificial Intelligence: The Case of Student Professionalisation," *Eur J Educ*, vol. 60, no. 1, 2025, doi: 10.1111/ejed.12866.

[27] M. Abid, O. Ben-Salha, Z. Kanetaki, and H. Sekrafi, "Does the Impact of Artificial Intelligence on Unemployment Among People With Disabilities Differ by Educational Level? A Dynamic Panel Threshold Approach," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 131024–131034, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3456962.

[28] T. P. Abeles, "Call for articles: education at a tipping point scenarios and narratives," *On the Horizon*, vol. 24, no. 2, pp. 137–140, 2016, doi: 10.1108/OTH-03-2016-0007.

[29] M. A. Rasheed *et al.*, "Use of artificial intelligence on Electroencephalogram (EEG) waveforms to predict failure in early school grades in children from a rural cohort in Pakistan," *PLoS One*, vol. 16, no. 2 February, 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0246236.

[30] A. I. Cea and I. Sánchez-Macías, "STUDENTS PERCEPTIONS OF FAKE NEWS CREATED BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THE CASE OF DEEP SORIA," *J Technol Sci Educ*, vol. 14, no. 4, pp. 1011–1024, 2024, doi: 10.3926/JOTSE.2735.

[31] N. Falla-Falcón, E. López-Meneses, M.-B. Ramírez-Fernández, and E. Vázquez-Cano, "Graphic Model of Virtual Teaching Supervision through Fuzzy Logic in Non-University Educational Centers," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 19, no. 24, 2022, doi: 10.3390/ijerph192416533.

Inteligencia Artificial en la formación docente: Oportunidades y barreras desde la perspectiva estudiantil

Karen Núñez-Valdés[1], Cristian Villegas Dianta[1], Cristian Sepúlveda[1] Antonio Castillo[2]

[1] Grupo IEFID, Instituto de Educación y Lenguaje, Facultad de Educación, Universidad de Las Américas (Chile); knunezvaldes@gmail.com; cvillegas@udla.cl; csepulvedaibarra@gmail.com [2] Escuela de Pedagogía en Educación Física, Facultad de Educación, Universidad de Las Américas (Chile); acastillo@udla.cl

Resumen. Este estudio explora las percepciones y el uso de la Inteligencia Artificial (IA) entre estudiantes de pedagogía de una universidad privada en Chile. Mediante un enfoque cuantitativo, se examinó el grado de familiaridad, acceso y frecuencia de uso de la IA en actividades académicas, así como las preocupaciones éticas y de privacidad relacionadas con su empleo. Los hallazgos revelan que, aunque la mayoría de los estudiantes tiene acceso a herramientas de IA, su uso regular es moderado. Se identificó una relación positiva entre el nivel de familiaridad con estas tecnologías y su utilización, sugiriendo que quienes las conocen mejor tienden a incorporarlas más en sus tareas académicas. No obstante, se observan obstáculos como la falta de capacitación específica y las inquietudes éticas, destacándose la privacidad de los datos como una preocupación clave para más del 50% de los participantes. Las aplicaciones más frecuentes de la IA incluyen el apoyo en la elaboración de trabajos académicos y la síntesis de textos.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Formación docente. Percepciones estudiantiles. Educación superior. Uso ético y privacidad

1. Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) es una disciplina de la ingeniería que busca simular la inteligencia humana mediante programas informáticos, permitiendo que dispositivos como computadoras, robots o máquinas realicen tareas que tradicionalmente requieren intervención humana (Anjila, 1984; Kelly, Kaye, & Oviedo-Trespalacios, 2023). La IA se basa en conceptos como la "utilidad percibida" y la "facilidad de uso percibida", que influyen en la adopción y uso de tecnologías por parte de los usuarios (Kelly et al., 2023). Estos conceptos son fundamentales para entender cómo las personas interactúan con sistemas de IA y cómo estos pueden optimizar procesos, especialmente en contextos educativos. En el ámbito educativo, la IA tiene el potencial de transformar y fortalecer procesos como la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación y la gestión (Chen, Chen & Lin, 2020). Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos, como la falta de recursos y el desconocimiento por parte de los docentes sobre cómo utilizar estas

herramientas de manera efectiva (Chiu et al., 2023). Además, es crucial abordar los principios éticos y las preocupaciones de privacidad asociadas al uso de la IA en la educación, asegurando que su aplicación sea un apoyo y no un reemplazo del proceso de aprendizaje (Nguyen et al., 2023).

En la educación superior, la IA ofrece ventajas significativas, como la personalización del aprendizaje y la mejora de la eficiencia en la gestión académica (Vera, 2023). Sin embargo, su adopción requiere una reflexión crítica sobre cómo integrarla de manera responsable y ética, considerando las demandas del mercado laboral y las necesidades de los estudiantes (Núñez-Michuy et al., 2023). Así este estudio busca analizar las percepciones y el uso de la IA entre estudiantes de pedagogía en una universidad privada chilena, explorando cómo estas herramientas impactan en su formación y en el futuro de la educación.

2. Contenido

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo para explorar el uso y la percepción de la Inteligencia Artificial (IA) entre estudiantes de pedagogía de una universidad privada chilena. La elección de este enfoque se basa en su capacidad para generar datos numéricos que permiten comparaciones precisas y análisis estadísticos (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). La población objetivo incluye a todos los estudiantes matriculados en la facultad de educación durante el segundo semestre de 2023, con un total de 699 estudiantes. Sin embargo, debido a limitaciones logísticas, se optó por un muestreo por conveniencia, seleccionando a 144 estudiantes que mostraron disposición a participar.

Para la recolección de datos, se utilizó un cuestionario basado en el instrumento desarrollado por Irfan et al. (2023), adaptado al contexto chileno. El cuestionario se estructuró en tres secciones: 1) información sociodemográfica de los estudiantes, 2) experiencias con la IA, y 3) preguntas abiertas sobre sus opiniones respecto al uso de la IA en la educación. El cuestionario fue validado por tres expertos en el tema, quienes aportaron comentarios que se incorporaron en la versión final.

La aplicación del cuestionario se realizó de manera presencial en las tres sedes de la universidad durante noviembre de 2023, utilizando un código QR para acceder al formulario en línea alojado en Google Forms. Se enfatizó la participación voluntaria y se proporcionó un consentimiento informado a los participantes, explicando los objetivos del estudio y las medidas de confidencialidad.

Los datos recopilados se analizaron mediante herramientas estadísticas, incluyendo análisis descriptivos para identificar tendencias y patrones, y análisis inferenciales para determinar la significancia de las relaciones observadas. Se utilizó el coeficiente de Pearson para evaluar correlaciones entre variables, como la familiaridad con la IA y su uso en actividades académicas. Además, se aplicó un análisis temático para las respuestas abiertas, identificando patrones y temas recurrentes en las opiniones de los estudiantes (Lochmiller, 2021).

3. Los resultados

El estudio analizó las percepciones y el uso de la Inteligencia Artificial (IA) entre 144 estudiantes de pedagogía de una universidad privada chilena. Los resultados se organizaron en las siguientes dimensiones:

1. Características Sociodemográficas

La mayoría de los participantes eran mujeres (91.7%), lo que refleja la tendencia histórica de mayor participación femenina en carreras de educación (OCDE, 2019). La edad promedio fue de 24 años, con un rango de 18 a 46 años. La mayoría de los estudiantes pertenecían a la carrera de Educación Diferencial (47%), seguida de Educación Parvularia (19%) y Educación Básica (18% diurno y 11% vespertino).

2. Acceso y Familiaridad con la IA

- Acceso a IA: El 83.3% de los estudiantes reportó tener acceso a herramientas de IA, aunque solo el 34% las utiliza con frecuencia alta ("a menudo" o "siempre").
- Familiaridad con IA: El 66.7% de los estudiantes se consideró al menos "algo familiarizado" con la IA, pero solo el 9.7% se declaró "muy familiarizado".
- Uso de IA: Solo el 11.8% de los estudiantes utiliza herramientas de IA con regularidad, mientras que el 54.2% las usa "rara vez" o "nunca". Se observó una correlación positiva moderada (r=0.558) entre la familiaridad con la IA y su uso, lo que sugiere que los estudiantes más familiarizados tienden a utilizarlas más.

3. Percepciones Generales sobre la IA en Educación

- Percepción positiva: El 66.7% de los estudiantes tiene una percepción "algo positiva" o "muy positiva" de la IA en la educación.
- Influencia de la experiencia personal: El 20.8% de los estudiantes indicó que su experiencia personal ha influido "bastante" en su percepción de la IA.
- Mejora en la eficacia académica: El 28.5% de los estudiantes consideró que la IA mejora "moderadamente" la eficacia de sus estudios, mientras que el 27.8% no percibe ningún impacto.

4. Usos Específicos de la IA

- Herramientas más utilizadas: ChatGPT fue la herramienta más popular (60.4%), seguida de ChatPDF (16%) y Bing Chat (5.6%).
- Propósitos de uso: Los usos más comunes fueron apoyo en trabajos académicos (43.1%), resumir textos (37.5%) e investigación (36.8%).

5. Preocupaciones Éticas y de Privacidad

- Privacidad de datos: El 54.2% de los estudiantes expresó preocupación por la privacidad de sus datos al usar IA, con un 15.3% "muy preocupado" y un 4.2% "extremadamente preocupado".
- Implicaciones éticas: El 59.8% de los estudiantes manifestó preocupaciones éticas, desde "moderadas" hasta "extremas", sobre el uso de la IA en la educación.
- Transparencia en el uso: El 47.2% de los estudiantes no utiliza IA en actividades académicas, mientras que el 24.3% indica que se apoya en IA y el 23.6% no lo hace explícitamente.

6. Estrategias de Verificación de Información

- La mayoría de los estudiantes que utilizan IA aplican estrategias de verificación, como consultar fuentes externas confiables (páginas web reconocidas, Google Académico, etc.).

- Un pequeño grupo de estudiantes no verifica la información generada por la IA, lo que subraya la necesidad de fortalecer las competencias informacionales y el pensamiento crítico.

7. Influencia Percibida de la IA en la Educación y Futuro Profesional: Muchos estudiantes anticipan que la IA facilitará el aprendizaje, mejorará el acceso a recursos y potenciará la personalización del aprendizaje. Algunos estudiantes expresaron preocupaciones sobre la dependencia excesiva de la IA, la pérdida de habilidades críticas y el riesgo de que la IA sustituya el rol docente.

4. Conclusiones

El estudio revela que, aunque la mayoría de los estudiantes de pedagogía en una universidad privada chilena tiene acceso a herramientas de Inteligencia Artificial (IA), su uso frecuente es limitado. Solo una parte de los estudiantes utiliza estas tecnologías de manera regular, lo que sugiere una brecha entre el acceso y la integración efectiva de la IA en sus actividades académicas. Se observó una correlación positiva moderada entre la familiaridad con la IA y su uso, indicando que los estudiantes más familiarizados tienden a emplear estas herramientas con mayor frecuencia.

En términos de percepciones, la mayoría de los estudiantes tiene una visión positiva de la IA en el contexto educativo, reconociendo su potencial para facilitar el aprendizaje y mejorar la eficacia académica. Sin embargo, un grupo considerable se mantiene neutral, lo que sugiere que algunos estudiantes aún no han tenido suficiente exposición para formar una opinión sólida. Las preocupaciones éticas y de privacidad son significativas, con más de la mitad de los estudiantes expresando inquietudes sobre el uso responsable de la IA y la protección de sus datos.

El uso más común de la IA entre los estudiantes es para apoyar trabajos académicos, seguido de actividades como resumir textos y realizar investigaciones. ChatGPT es la herramienta más popular, destacando su utilidad en la redacción y acceso a información. Sin embargo, su uso general aún es limitado, lo que indica que la IA no ha sido completamente integrada en las actividades académicas diarias de los estudiantes.

En cuanto a las preocupaciones éticas y de privacidad, más de la mitad de los estudiantes manifiestan inquietudes sobre la privacidad de sus datos y el uso ético de la IA. Aunque la mayoría no ha experimentado problemas directos, la preocupación es lo suficientemente significativa como para influir en su uso de la tecnología. Además, se constata que los estudiantes utilizan diversas estrategias de verificación para asegurar la fiabilidad de la información generada por la IA, aunque algunos no realizan verificaciones, lo que presenta riesgos académicos.

Finalmente, los estudiantes anticipan que la IA tendrá un impacto considerable en la educación, especialmente en la facilitación del aprendizaje y el acceso a recursos. Sin embargo, también expresan preocupaciones sobre la dependencia excesiva de la IA, la pérdida de habilidades críticas y el riesgo de que la IA sustituya el rol docente. Se destaca la importancia de un uso ético y responsable de la IA, sugiriendo que su impacto será positivo si se implementa correctamente.

Es importante mencionar, que este trabajo presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. En primer lugar, el muestreo por conveniencia, centrado en estudiantes de pedagogía de una única universidad privada chilena, limita la generalización de los hallazgos a otros contextos educativos o niveles socioeconómicos. Además, la sobrerrepresentación de mujeres en la muestra podría sesgar las percepciones reportadas, dado que estudios previos señalan diferencias de género en el uso y aceptación de tecnologías.

5. Referencias

Anjila, F. (1984). Artificial Intelligence. In J. Karthikeyan, T. Su Hie and N. Yu Jin (Eds.). Learning Outcomes of Classroom research (pp. 65-73). L Ordine Nuovo Publication. https://core.ac.uk/download/pdf/523285678.pdf#page=76

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. Ieee Access, 8, 75264-75278. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510

Chiu, T. K., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. Computers and Education: Artificial Intelligence, 4, 100118. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education,

Irfan, M., Murray, L., & Ali, S. (2023). Insights into student perceptions: Investigating artificial intelligence (AI) tool usability in Irish higher education at the University of Limerick. Global Digital & Print Media Review, VI(II), 48–63. https://doi.org/10.31703/gdpmr.2023(VI-II).05

Kelly, S., Kaye, S. A., & Oviedo-Trespalacios, O. (2023). What factors contribute to the acceptance of artificial intelligence? A systematic review. Telematics and Informatics, 77, 101925. https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101925

Lochmiller, C. R. (2021). Conducting Thematic Analysis with Qualitative Data. The Qualitative Report, 26(6), 2029-2044. https://doi.org/10.46743/2160-3715/2021.5008

Nguyen, A., Ngo, H.N., Hong, Y., Dang, B., & Thi Nguyen, B-P. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. Education and Information Technologies, 28, 4221–4241. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w

Núñez-Michuy, C. M., Agualongo-Chela, L. M., Vistin, J. M. V., & Quincha, M. L. (2023). La Inteligencia Artificial en la pedagogía como modelo de enseñanza. Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación, 8(2), 120-135. https://doi.org/10.33262/rmc.v8i1.2932

OCDE. (2019). Panorama de la Educación 2019: Indicadores de la OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. https://doi.org/10.1787/f8d7880d-es

Vera, F. (2023). Integración de la Inteligencia Artificial en la Educación superior: Desafíos y oportunidades. Transformar, 4(1), 17–34. https://www.revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/84

Innovación Educativa: Integrando la inteligencia artificial y las redes sociales en el desarrollo de competencias digitales en estudiantes universitarios

Sonia-Janneth Limas-Suárez[1], Helver-Alexander Limas-Suárez[2], Derly-Sirley Sánchez-Cuevas[3]

[1] Escuela de Ciencias Administrativas y Económicas – FESAD. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Colombia)
sonia.limas@uptc.edu.co

[2] Escuela de Ciencias Tecnológicas – FESAD. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Colombia)
helver.limas@uptc.edu.co

[3] Escuela de Ciencias Administrativas y Económicas – FESAD. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Colombia)
derly.sanchez02@uptc.edu.co

Resumen. En la era digital, la educación superior enfrenta importantes desafíos, pero también surgen numerosas oportunidades. El interés por la innovación educativa ha cobrado un interés significativo, al incorporar nuevas tecnologías como la inteligencia artificial y las redes sociales en el escenario educativo. Estas herramientas no solo transforman los métodos de enseñanza y aprendizaje, sino que también promueven el desarrollo de competencias digitales fundamentales para los estudiantes del siglo XXI. El estudio es descriptivo, tiene como objetivo analizar la innovación educativa enfocándose en la interacción entre la inteligencia artificial y las redes sociales para potenciar el desarrollo de competencias digitales en los estudiantes universitarios. Los resultados, la inclusión de la Inteligencia Artificial (IA) y las redes sociales en la educación superior ofrece un enfoque innovador para potenciar las competencias digitales de los estudiantes. Esta sinergia no solo enriquece su desarrollo académico, sino que también los prepara para un entorno profesional que está en constante digitalización, equipándolos con habilidades críticas, éticas y tecnológicas.

Palabras clave: innovación educativa, competencias digitales, inteligencia artificial, redes sociales, estudiantes universitarios, educación superior.

1. Introducción

En la era digital, la educación superior ha atravesado transformaciones significativas en los últimos años, impulsadas por los avances tecnológicos [1] que promueven la innovación y abren un mundo de posibilidades y herramientas para el desarrollo del proceso educativo [2]. En este panorama, la innovación en el ámbito educativo ha adquirido un rol esencial, se ha convertido en el eje central para vincular la calidad en

los procesos de enseñanza a través de la incorporación de tecnologías en auge, como la inteligencia artificial (IA) y las redes sociales, en los entornos de aprendizaje.

Estas herramientas no solo revolucionan la forma en que se enseña y se aprende, sino que también representan una estrategia innovadora para el desarrollo de competencias digitales, las cuales son esenciales para el éxito en el siglo XXI. La transformación digital ha impactado de manera significativa el panorama de la educación superior, generando un cambio radical en la forma en que los estudiantes acceden, procesan y aplican la información, así como en la manera en que se imparten y reciben los conocimientos.

Este cambio ha sido impulsado por dos tendencias principales: el auge de la inteligencia artificial (IA) y la omnipresencia de las redes sociales. La IA se presenta como una herramienta revolucionaria que permite personalizar el aprendizaje, automatizar procesos educativos y analizar datos académicos, mientras que las redes sociales promueven la colaboración, la interacción y la creación de comunidades de aprendizaje, además de facilitar la búsqueda de información y el acceso a una amplia gama de recursos a nivel mundial [3]. Juntas, estas tecnologías configuran una estrategia innovadora destinada a potenciar las competencias digitales de los estudiantes en las instituciones de educación superior.

La presente investigación es de carácter descriptivo, corresponde a un estudio documental e investigativo. Su objetivo es analizar la innovación educativa a través de la interacción entre la inteligencia artificial y las redes sociales, con el fin de potencializar el desarrollo de competencias digitales en los estudiantes universitarios. De este modo, se busca mejorar la interacción entre docentes y alumnos, promoviendo un entorno de aprendizaje más dinámico, participativo e inclusivo, al mismo tiempo que se fomentan competencias esenciales para la era digital.

El artículo presenta la siguiente estructura, en primer lugar, se expone una fundamentación teórica; seguido de los resultados. Por último, se presentan las conclusiones.

2. Marco Teórico

En el contexto de la educación superior, el concepto de competencias digitales ha sido analizado desde diferentes enfoques teóricos, los cuales coinciden en enfatizar su importancia tanto para los docentes como para los estudiantes.

Vargas Murillo [4] las define como el conjunto de habilidades y destrezas que tanto el profesor universitario desarrolla en su labor docente como el estudiante adquiere a lo largo de su proceso de aprendizaje.

Por su parte, Jiménez y otros [5] subrayan que estas competencias comprenden las habilidades y destrezas esenciales de utilizar de forma eficaz las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

León y otros [6] destacan la necesidad de integrar la tecnología en el ámbito educativo, facilitando su uso de manera crítica y segura, promoviendo entornos de enseñanza y aprendizaje innovadores.

En la misma línea, Santiago-Trujillo y otros [7] amplían el concepto al referirse a la alfabetización digital, mediática e informacional, entendida como el dominio de capacidades, conocimientos y habilidades que posibilitan un uso responsable de las tecnologías digitales.

Finalmente, la Comisión Europea [8] enfatiza la importancia de emplear las herramientas digitales de manera segura, crítica y responsable, tanto en contextos laborales como educativos.

Lo común de estos conceptos se centra en que las competencias digitales abarcan un conjunto esencial de habilidades y destrezas que facilitan el uso efectivo y seguro de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Estas competencias, además de fomentar la innovación en el ámbito educativo, son vitales tanto para que los profesores universitarios desempeñen su labor docente de manera óptima como para que los estudiantes las integren en su proceso de aprendizaje.

3. Metodología

Este estudio sigue un enfoque descriptivo y cuantitativo, basado en la revisión de literatura existente y el análisis de experiencias de instituciones universitarias que están incorporando la inteligencia artificial y las redes sociales en el ámbito educativo como parte de su estrategia académica**.**

4. Innovación Educativa en la era digital

Fomentar una cultura de innovación ha pasado a ser uno de los desafíos más significativos en la Educación Superior [9]. La innovación educativa se refiere a la adopción de enfoques, metodologías y tecnologías novedosas en los procesos educativos, con el objetivo de mejorar tanto los resultados académicos como el desarrollo integral de los estudiantes. Esta dinámica ha generado una transformación significativa y una modernización en el sector educativo, introduciendo nuevos roles, ambientes y recursos didácticos que enriquecen tanto los procesos de formación como el entorno educativo.

La transformación digital ha impulsado un cambio continuo donde la tecnología desempeña un papel fundamental. Esta evolución, junto con la necesidad de adaptar la educación al entorno digital, está revolucionando las formas de enseñar y aprender. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la formación ha dado lugar a la creación de modalidades de enseñanza innovadoras, renovando de esta manera el panorama de la educación superior [1].

En este contexto, es esencial que los objetivos de la innovación educativa se orienten hacia varias metas fundamentales (ver figura 1). En primer lugar, se busca aumentar la eficacia en los procesos de enseñanza para promover un aprendizaje verdaderamente significativo. Al mismo tiempo, se pretende impulsar el desarrollo integral de los estudiantes y prepararlos para un futuro en constante cambio. Por otra parte, la innovación también tiene como fin mejorar la práctica docente y las condiciones laborales de los educadores.

En la era digital, la innovación educativa ha incluido (ver figura 1):

- Las plataformas de aprendizaje en línea, como Moodle, Google Classroom y Blackboard, facilitan la distribución de contenidos, la evaluación continua y fomentan la interacción entre estudiantes y docentes.

- Aprendizaje personalizado impulsado por IA, se basa en el uso de plataformas y algoritmos que ajustan tanto los contenidos como el aprendizaje a los requerimientos particulares de cada estudiante
- La gamificación incorpora actividades lúdicas como los videojuegos para promover el aprendizaje y hacer la experiencia educativa más atractiva [10]
- Tecnologías inmersivas como la realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR), permiten la creación de entornos virtuales de aprendizaje inmersivos y prácticos.
- Robots educativos, recurso didáctico que potencia y enriquece las competencias tecnológicas y científicas de los estudiantes mediante la creación, programación y funcionamiento de robots.
- Internet de las cosas (IoT), uso de dispositivos inteligentes conectados a internet utilizados para mejorar el aprendizaje, facilita el intercambio de información, la recopilación de datos y la supervisión de diversos procesos. Incluye sistemas de registro y listas de asistencia, aulas inteligentes, controladores de acceso y tableros digitales, entre otros.
- Asistentes virtuales y chatbots, son herramientas tecnológicas que utilizan inteligencia artificial para ofrecer apoyo a estudiantes y profesores. Los asistentes virtuales son sistemas inteligentes que interactúan mediante voz o texto para proporcionar información, mientras que los chatbots se encargan de comunicarse con los usuarios, responder preguntas y realizar tareas específicas.

La integración de la inteligencia artificial con las redes sociales abre nuevas oportunidades para potenciar las competencias digitales de los estudiantes.

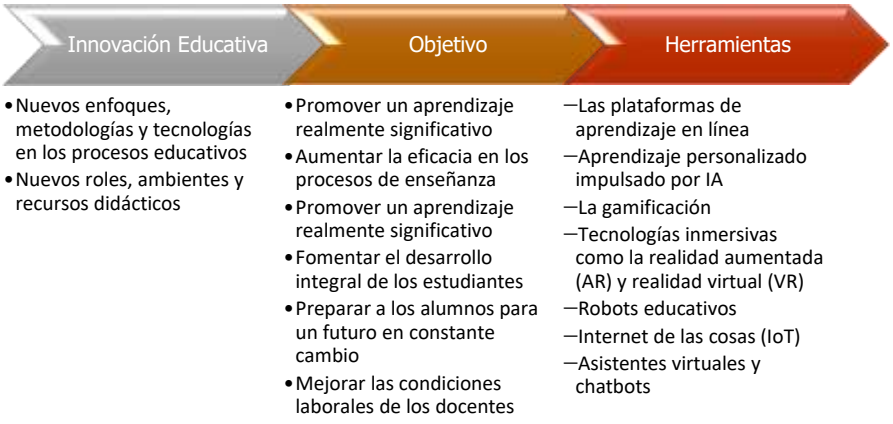


Fig. 1. Innovación Educativa en la era digital en el contexto de la Educación Superior

4.1. Inteligencia artificial en la educación superior (IA)

La IA está transformando la educación al ofrecer experiencias de aprendizaje más personalizadas y eficientes para los estudiantes, además de automatizar procesos educativos y analizar datos académicos.

En el contexto de la educación superior, la IA tiene el potencial de transformar radicalmente la experiencia educativa, ya que permite personalizar la experiencia educativa [11] y adaptar el contenido a las necesidades y ritmos de aprendizaje de cada estudiante. A través de plataformas de aprendizaje automatizado, tutores virtuales y herramientas de evaluación impulsadas por algoritmos, la inteligencia artificial está revolucionando el aula, ofreciendo a los estudiantes un apoyo individualizado que favorece su desempeño y rendimiento académico.

Asimismo, la IA facilita la automatización de tareas administrativas, como la corrección de exámenes y la gestión de recursos, lo que libera tiempo para que los docentes se centren en aspectos más pedagógicos e interactivos. Este enfoque también tiene el potencial de reducir la brecha entre estudiantes con diferentes niveles de habilidad y garantizar que todos tengan acceso a una educación de alta calidad.

Por último, el análisis de datos académicos impulsado por el big–data facilita la toma de decisiones. Al identificar patrones de comportamiento entre los estudiantes, es posible prever posibles dificultades académicas, lo que empodera a los docentes para tomar decisiones educativas de manera oportuna y efectiva.

Algunas de las aplicaciones de la IA en la educación superior son las siguientes:

- Aprendizaje personalizado o adaptativo: Los sistemas de IA analizan el rendimiento de los estudiantes y proporcionan contenido y actividades que se ajustan a sus necesidades particulares.
- Generación de contenido automatizado: Herramientas que permiten crear contenido de forma rápida y sencilla como resúmenes y otros materiales académicos.
- Tutores virtuales**:** Estas herramientas simulan la presencia de un tutor humano, proporcionando asistencia, apoyo y orientación a los estudiantes durante su proceso educativo mediante tecnologías avanzadas.
- Asistentes virtuales: Los chatbots, por ejemplo, tienen la capacidad de responder a preguntas usuales de los estudiantes, ofrecer asistencia en tiempo real y orientarlos durante su trayectoria académica.
- Evaluación automatizada: Herramientas que permiten la corrección y retroalimentación automática de exámenes y tareas de manera rápida y objetiva.

La IA mejora el proceso enseñanza – aprendizaje, al mismo tiempo que facilita a los estudiantes a desarrollo de habilidades digitales esenciales, como la gestión de datos y el pensamiento crítico.

4.2. El rol de las redes sociales en la trasformación digital

Las redes sociales, conocidas también como plataformas web 2. 0, abren una serie de oportunidades para enriquecer el proceso educativo en esta era digital, desempeñando un papel esencial en la educación superior [3] [12]. Se han convertido en un factor innovador en los procesos académicos, al encontrar una población estudiantil activa y participativa en su uso, lo que ha permitido la trasformación de los métodos de enseñanza-aprendizaje donde estas plataformas se integran como parte del proceso educativo [12].

Además, las redes sociales en el ámbito educativo no solo se consideran herramientas valiosas para la interacción y la comunicación, sino que también desempeñan un papel fundamental al apoyar los procesos académicos. Estas plataformas facilitan la

interacción y la comunicación, además de facilitar la búsqueda de información necesaria para el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje [3].

Las competencias digitales, reforzadas por estas plataformas, son esenciales para los estudiantes universitarios. Redes como Facebook, X y LinkedIn no solo facilitan la interacción y el trabajo en equipo, sino que también promueven el aprendizaje colaborativo [13], amplían el acceso a recursos valiosos, posibilitan la creación de conexiones con expertos de diferentes disciplinas, la comunicación eficaz en ambientes virtuales y el uso crítico y ético de estas herramientas. Este tipo de interacciones enriquecen el proceso de aprendizaje y fomentan el desarrollo de habilidades esenciales, tales como el trabajo en equipo, la comunicación digital y la resolución de problemas en un mundo cada vez más interconectado.

Las redes sociales pueden fortalecer las competencias digitales mediante diversas estrategias, tales como:

- La creación de comunidades de aprendizaje donde los estudiantes pueden discutir ideas, compartir recursos y colaborar en proyectos.
- El intercambio de conocimientos mediante el uso de foros de discusión.
- La promoción del pensamiento crítico a través de debates y análisis de contenido.
- La creación de contenido en formatos como videos, blogs, podcasts, permite aplicar sus competencias digitales en proyectos concretos.
- La interacción y retroalimentación en tiempo real entre alumnos y docentes, favorece una participación activa y potencia el aprendizaje.
- El aprendizaje informal mediante el acceso a recursos educativos, tutoriales y debates académicos, se enriquece la experiencia formativa más allá del aula.

En definitiva, las redes sociales se han consolidado como plataformas educativas que promueven la colaboración y el intercambio de conocimientos. Esto no solo impulsa el desarrollo de competencias digitales y habilidades comunicativas, sino que también enriquece la experiencia educativa, preparando a los estudiantes para un entorno laboral cada vez más digitalizado.

4.3. Integración de la IA y las redes sociales en la educación superior

La integración de la inteligencia artificial y las redes sociales tiene el potencial de transformar el aprendizaje en el ámbito educativo, además de abrir puertas a la innovación. Esta combinación de herramientas puede enriquecer notablemente las competencias digitales de los estudiantes universitarios [4] [7].

A continuación, se presentan algunas estrategias para su integración:

- Aprendizaje personalizado asistido por IA
- Experiencias personalizadas mediante chatbots educativos en redes sociales
- Evaluaciones interactivas con IA en entornos digitales
- Desarrollo de habilidades digitales para el mundo laboral
- Creación de contenido digital con el apoyo de IA
- Cooperación y comunicación en redes sociales potencializadas por IA
- Análisis de datos en redes sociales impulsado por el big–data
- Comunidades de aprendizaje inteligente mediante plataformas tecnológicas
- Redes sociales personalizadas con IA para debates y recursos académicos

5. Resultados

5.1. Competencias digitales en los estudiantes universitarios

Las competencias digitales hacen referencia a la capacidad de utilizar de manera creativa, crítica y segura las tecnologías de la información y la comunicación – TIC. En este contexto, se presentan a continuación las competencias digitales que es necesario fortalecer en el ámbito educativo, tomando como referencia el Marco Europeo, el cual se considera un referente debido a su análisis exhaustivo, su estructura sistemática y su amplio reconocimiento a nivel internacional, lo que lo convierte en una guía sólida y confiable para orientar la formación digital en la educación (ver figura 2):

Área	Competencia digital	Descripción de la competencia
Información y alfabetización de datos	Navegación, búsqueda y filtrado de datos, información y contenido digita	Articular las necesidades de información, buscar datos, información y contenido en entornos digitales
	Evaluar datos, información y contenido digital	Analizar, comparar y evaluar críticamente la credibilidad y fiabilidad de las fuentes de datos, información y contenidos digitales
	Gestionar datos, información y contenido digital	Organizar, almacenar y recuperar datos, información y contenidos en entornos digitales
Comunicación y colaboración	Interactuar mediante tecnologías digitales	Interactuar a través de una variedad de tecnologías digitales y comprender los medios de comunicación digital apropiados para un contexto dado
	Compartir mediante tecnologías digitales	Compartir datos, información y contenido digital con otros a través de tecnologías digitales apropiadas
	Compromiso ciudadano con tecnología digitales	Participar en la sociedad a través del uso de servicios digitales públicos y privados
	Colaborar mediante tecnologías digitales	Utilizar herramientas y tecnologías digitales para procesos colaborativos, y para la co-construcción y co-creación de datos, recursos y conocimiento
	Netiquette	Conocer las normas de comportamiento y el saber-hacer en el uso de las tecnologías digitales e interactuar en entornos digitales
	Gestión de la identidad digital	Crear y gestionar una o varias identidades digitales, para ser capaz de proteger la propia reputación
Creación de contenido digital	Desarrollo de contenidos	Crear y editar contenidos digitales en diferentes formatos, expresarse a través de medios digitales
	Integrar y reelaborar contenido digita	Modificar, perfeccionar, mejorar e integrar la información y los contenidos en un conjunto de conocimientos ya existente para crear contenidos y conocimientos nuevos, originales y pertinente
	Copyright y licencias	Comprender cómo se aplican los derechos de autor y las licencias a los datos, la información digital y el contenido
	Programación	Planificar y desarrollar una secuencia de instrucciones comprensibles para que un sistema informático resuelva un problema determinado o realice una tarea específica
Seguridad digital	Proteger los dispositivos	Proteger los dispositivos y el contenido digital, y comprender los riesgos y amenazas en entornos digitales.
	Proteger los datos personales y la privacidad	Proteger los datos personales y la privacidad en entornos digitales
	Proteger la salud y el bienestar	Ser capaz de evitar riesgos para la salud y amenazas para el bienestar físico y psicológico utilizando tecnologías digitales
	Proteger el medio ambiente	Conocer el impacto ambiental de las tecnologías digitales y su uso
Solución de problemas	Resolver problemas técnicos	Identificar problemas técnicos en el manejo de dispositivos y en el uso de entornos digitales, y resolverlo
	Identificar necesidades y respuestas tecnológicas	Evaluar las necesidades e identificar, evaluar, seleccionar y utilizar herramientas digitales y las posibles respuestas tecnológicas para resolverlas
	Uso creativo de la tecnología digital	Utilizar herramientas y tecnologías digitales para crear conocimiento e innovar procesos y producto
	Identificar lagunas en la competencia digital	Entender dónde hay que mejorar o actualizar la propia competencia digital

Fig. 2. Competencias digitales (Marco Europeo de Competencias Digitales – DigComp) [8]

En el ámbito de la educación superior, las competencias digitales no se limitan únicamente al manejo técnico de herramientas digitales, sino que también incluyen la capacidad de utilizarlas de manera crítica, pedagógica, ética y reflexiva. Su objetivo es optimizar la enseñanza, el aprendizaje, la investigación y la gestión académica en un entorno cada vez más digitalizado, beneficiando tanto a docentes como a estudiantes.

Según el Marco Europeo de Competencias Digitales [8], clasifica estas competencias en cinco áreas fundamentales: información y alfabetización de datos, comunicación y colaboración, creación de contenido digital, seguridad digital, y solución de problemas. Cada una de estas áreas incluye un conjunto específico de competencias que empoderan a estudiantes y docentes para que puedan desenvolverse de manera eficaz y responsable en entornos digitales.

Adoptar este enfoque contribuye a alinear la formación universitaria con estándares internacionales de calidad, fortaleciendo así el desarrollo integral de los individuos y preparándolos para enfrentar los desafíos de la sociedad digital contemporánea. En este sentido, las competencias son fundamentales y transversales a todas las disciplinas, adquiriendo mayor relevancia con la incorporación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el uso de redes sociales, que ofrecen nuevas oportunidades para su desarrollo en diferentes niveles.

De este modo, el desarrollo y fortalecimiento de las competencias digitales en la educación superior se configura como un eje estratégico para asegurar una formación integral, pertinente y actualizada, que prepare a los futuros profesionales para enfrentar con éxito los retos de la sociedad del conocimiento.

5.2. Experiencias en universidades

Algunas universidades han integrado la inteligencia artificial (IA) y las redes sociales en sus metodologías, como parte de su estrategia académica. En Colombia, varias universidades han aplicado estas herramientas de forma efectiva, impulsando la innovación en los procesos de enseñanza – aprendizaje. A continuación, se presentan algunos ejemplos destacados.

- Universidad del Valle (Implementación IA): A través de DINTEV, desarrolló el taller "Usando la Inteligencia Artificial como recurso pedagógico", con el objetivo de capacitar a los docentes en el uso de herramientas de IA para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje [14].
- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Colaboración Interinstitucional en IA): Utadeo, en colaboración con universidades como la Central, La Salle y la Católica, organizó la SinergIA Interuniversitaria, un bootcamp enfocado en el aprendizaje colaborativo mediante IA, con talleres sobre creación de videos, diseño sistémico y desarrollo de tutores virtuales con GPT-4 [15].
- Universidad Nacional de Colombia (Uso de Chatbots y Evaluaciones Adaptativas): La Universidad ha integrado chatbots que ayudan a resolver las inquietudes de los estudiantes en varias asignaturas y emplea evaluaciones en línea con IA, que ajustan el nivel de dificultad según el rendimiento del alumno, garantizando una retroalimentación más precisa y personalizada [16].
- Pontificia Universidad Javeriana (Integración IA): Ofrece programas de educación continúa diseñados para integrar la IA en la educación, con el propósito de

actualizar los planes de estudio y establecer criterios de evaluación innovadores, capacitando a docentes para enfrentar los desafíos tecnológicos actuales [17].

– Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Integración IA): ha avanzado en la integración de la IA y las redes sociales en su metodología educativa, mediante programas de formación para docentes, diplomados virtuales y proyectos de investigación, iniciativas que buscan impulsar la innovación en el aula y promover el uso estratégico de tecnologías emergentes en el proceso educativo [18].

Estas iniciativas evidencian el compromiso de las universidades colombianas por integrar tecnologías emergentes en sus metodologías educativas, lo que contribuye a mejorar la calidad y la personalización del aprendizaje.

5.3. Desafíos y consideraciones legales y éticas

A pesar de las ventajas que ofrece, la integración de la inteligencia artificial y las redes sociales en la educación superior conlleva ciertos desafíos y consideraciones a tener en cuenta [7] [11].

- Privacidad y seguridad en la protección de datos personales de estudiantes
- Resistencia al cambio de docentes y estudiantes a nuevas tecnologías
- Brecha digital y acceso a tecnología necesaria
- Sesgos algorítmicos y discriminación por errores sistemáticos
- Uso responsable y ético de tecnologías
- Políticas institucionales sobre el uso de herramientas tecnológicas

6. Conclusiones

La interacción entre la inteligencia artificial y las redes sociales se presenta como una forma innovadora de fomentar el desarrollo de competencias digitales en los estudiantes universitarios. El futuro educativo está marcado por la digitalización, y los estudiantes que desarrollen estas nuevas habilidades estarán mejor preparados para enfrentar los retos de un mundo que avanza hacia lo digital.

7. Referencias

[1] S. J. Limas Suárez, «Los Objetos Virtuales de Aprendizaje - OVA en la Educación Superior como estrategia formativa en la era digital. Una experiencia a partir del curso Introducción a la Administración,» de *Aplicaciones de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas - ATICA*, España, Universidad de Alcalá y Universidad Nacional de Córdoba, 2019, pp. 286-293.

[2] S. J. Limas Suárez, A. M. Jaimes Reyes y E. J. Salazar Araujo, «La educación virtual en los programas de educación superior en el área de administración, Colombia-2018,» de *Compendio de Investigación*, Chetumal, Academia Journals, 2018, pp. 1337-1343.

[3] S. J. Limas Suárez y G. Vargas Soracá, «Las redes sociales y su incidencia en la aceleración de la era virtual en tiempos de pandemia: un análisis a partir de la educación

superior,» de *Investigación en la Educación Superior*, Tolcayuca, Hidalgo, Mexico, Academia Journals, 2020, pp. 1063-1069.

[4] G. Vargas Murillo, «Competencias digitales y su integración con herramientas tecnológicas en educación superior,» *Cuadernos Hospital de Clínicas*, vol. 60, nº 1, pp. 88-94, 2019.

[5] M. A. Jimenez Yaguana y T. B. Leon Alberca, «Competencias digitales de los estudiantes del nivel superior en los procesos de enseñanza-aprendizaje,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8, nº 3, pp. 219-236, 2024.

[6] I. A. León Lizarraga, C. R. Contreras Cázarez y G. A. León Duarte, «Competencia digital en estudiantes universitarios: conductas en la comunicación y creación de contenido en espacios virtuales,» *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, nº 82, pp. 45-58, 2022.

[7] Y. D. Santiago Trujillo y R. M. Garvich Ormeño, «Competencias Digitales e Integración de las TIC en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje,» *Revista Docentes 2.0*, vol. 17, nº 1, pp. 50-65, 2024.

[8] Comisión Europea, «Marco europeo de competencias digitales DIGCOMP,» 2020. [En línea]. Available: https://epale.ec.europa.eu/es/content/marco-europeo-de-competencias-digitales-digcomp.

[9] M. L. Macanchí Pico, B. M. Orozco Castillo y M. A. Campoverde Encalada, «Innovación educativa, pedagógica. Concepciones para la práctica en la Educación Superior,» *Universidad y Sociedad*, vol. 12, nº 1, pp. 396-403, 2020.

[10] D. F. Poveda Pineda, S. J. Limas Suárez y J. E. Cifuentes Medina, «La gamificación como estrategia de aprendizaje en la educación superior,» *Educación y Educadores*, vol. 26, nº 1, pp. 1-18, 2023.

[11] M. Bolaño García y N. Duarte Acosta, «Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación,» *Revista Colombiana de Cirugía*, vol. 39, nº 1, pp. 51-63, 2024.

[12] S. J. Limas Suárez y G. Vargas Soracá, «Las redes sociales y su uso en la educación superior: una visión desde el estudiantado universitario,» *Revista Educación y Humanismo*, vol. 24, nº 42, pp. 212-231, 2022.

[13] G. Vargas Soracá y S. J. Limas Suárez, «Prospectivo uso de las redes sociales en la formación universitaria en época del Covid-19: ventajas y desventajas,» de *Investigación en la Educación Superior*, I ed., Tolcayuca, Hidalgo: Academia Journals, 2020, pp. 2192-2198.

[14] D. Palacios Chamorro, «Usando la Inteligencia artificial como recurso pedagógico. La experiencia del taller piloto,» Univalle, Cali, Valle del Cauca, Colombia, 2024.

[15] Utadeo, «SinergIA Interuniversitaria impulsa la innovación educativa con inteligencia artificial,» 2024.

[16] Semana, «Inteligencia artificial: un cambio de paradigma en las universidades colombianas,» Publicaciones Semana S.A, 2024.

[17] Pontificia Universidad Javeriana, «Curso Integración de las Inteligencias Artificiales en la Esucación: Usos prácticos y reflexiones críticas,» 2024.

[18] L. S. Guío Fonseca, «Docentes de planta de la UPTC se capacitaron en ‘Inteligencia Artificial para la innovación educativa’,» Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC, Tunja, 2023.

Inteligencia Artificial en la Educación Superior de Ciencias Naturales: Una Revisión Sistemática PRISMA

Luis Felipe Paniagua-Orozco[1], Fiorella Lizano-Sánchez[1], Ignacio Idoyaga[2], Carlos Arguedas-Matarrita[1]

[1] Laboratorio de Experimentación Remota. Universidad Estatal a Distancia (Costa Rica)
lfpaniagua@uned.ac.cr; flizanos@uned.ac.cr; carguedas@uned.ac.cr

[2] Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Universidad de Buenos Aires (Argentina)
iidoyaga@ffyb.uba.ar

Resumen. En los últimos tres años, el empleo de herramientas de inteligencia artificial (IA) ha evidenciado un potencial notable en el ámbito de la enseñanza de las ciencias naturales. El propósito de este estudio es llevar a cabo una revisión sistemática sobre la integración de la inteligencia artificial en la educación superior de ciencias naturales y los desafíos que esta presenta. Para ello, se han seguido las directrices PRISMA, y tras seguir una serie de criterios de inclusión y exclusión, se han analizado 16 artículos. Los resultados obtenidos evidencian que las regiones que han publicado el mayor número de artículos son Estados Unidos y Taiwán. Además, se ha recopilado la percepción de estudiantes y docentes, así como la aplicación de estas herramientas de IA en la educación superior de ciencias naturales y su integración en el currículo. El empleo de la IA exhibe un crecimiento sostenido y ha evidenciado tener un impacto positivo en la personalización del aprendizaje y el desarrollo de competencias. Además, se constata la necesidad de fomentar la investigación en este ámbito en América Latina, debido a la escasez de publicaciones en la región.

Palabras clave: Inteligencia artificial. Educación Superior. Ciencias Naturales.

1. Introducción

Los avances tecnológicos han marcado un cambio significativo en diferentes ámbitos de la vida cotidiana, y la educación no ha sido una excepción. Recientemente el desarrollo de herramientas basadas en inteligencia artificial ha transformado los métodos de enseñar y aprender. Desde que OpenAI liberó una herramienta de inteligencia artificial generativa ha demostrado un potencial significativo en diferentes campos [1], uno de ellos es la enseñanza superior de ciencias naturales.

El uso creciente de estas herramientas tanto de docentes como estudiantes despierta un interés en analizar cómo están siendo utilizadas, por esta razón se realizó una revisión sistemática de literatura, ya que permite una visión clara y estructurada del

estado actual del conocimiento sobre un tema específico [2]. Esta revisión se limita al área de la educación en ciencias naturales, en la que el Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED, viene estableciendo una línea de investigación en la que se apoya el trabajo experimental con Inteligencia Artificial (IA) [3]. Este estudio tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura publicada entre 2023 y 2025 sobre la integración de la inteligencia artificial en la educación superior de ciencias naturales y los desafíos que presenta.

2. Método

En este estudio se presenta una revisión sistemática de literatura para mostrar un panorama actual del uso de IA en la educación superior en ciencias naturales. Se utilizaron las directrices de la declaración PRISMA (fig. 1), estas permiten llevar a cabo revisiones sistemáticas bajo un marco estandarizado, que incluye pasos como búsqueda bibliográfica, cribado, obtención de datos, análisis y elaboración de informes [4].

2.1. Búsqueda sistemática

La búsqueda sistemática se realizó combinando términos como “Artificial Intelligence”, “Science Education” y “Higher Education” en la base de datos de Scopus, además se utilizaron operadores booleanos AND y OR según correspondiera en cada caso. Al realizar la búsqueda con estos parámetros se obtuvo 1039 resultados, arrojando una gran cantidad de artículos que no eran del área de interés. Razón por la cual se establecieron más parámetros para limitar aún más la búsqueda.

Se estableció un intervalo de años de publicación: 2023-2025, ya que en 2022 OpenAI liberó ChatGPT, y los estudios que informan sobre el uso de esta herramienta o similares se dan en este periodo. Además, la búsqueda se limitó a artículos, ya que estos pasan por filtros como la revisión por pares, que les confiere un mayor grado de formalización del conocimiento. Además, se limitó el área de estudio a las ciencias sociales, ya que la educación es una disciplina de este campo.

Se realizó una combinación de términos que permitió obtener mejores resultados en la revisión: (TITLE-ABS-KEY (ia) OR TITLE-ABS-KEY (artificial AND intelligence) AND TITLE-ABS-KEY (science AND education) AND TITLE-ABS-KEY (higher AND education)) AND PUBYEAR > 2022 AND PUBYEAR < 2026 AND PUBYEAR > 2022 AND PUBYEAR < 2026 AND PUBYEAR > 2022 AND PUBYEAR < 2026 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish")). Con esta combinación se obtuvieron 161 resultados, los cuales siguieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión para ser seleccionados.

2.1.1. Criterios de inclusión

La selección de los artículos se realizó mediante la aplicación de criterios específicos, tales como: la orientación hacia el uso de la inteligencia artificial, la publicación de estudios realizados en el ámbito de la educación superior, la realización de

investigaciones empíricas, excluyendo a los libros o capítulos de libros, y la focalización en el área de las ciencias naturales. Se limitó al período comprendido entre los años 2023 y 2025.

2.1.2. Criterios de exclusión

Se excluyeron los estudios que eran revisiones de la literatura o análisis bibliométricos, así como los centrados en educación primaria, secundaria, ingenierías, programación y educación en otras áreas.

De acuerdo con los criterios anteriores, se consideraron 122 artículos tras la lectura del título, de manera que se descartaron revisiones de literatura y análisis bibliométricos (n=39). Se procedió con la lectura del resumen, donde se descartaron 105 debido a que no eran estudios enfocados en educación superior (n=11), y no ser del área de ciencias naturales (n=94). Finalmente, 16 artículos, publicados entre 2023 y 2025 y en inglés, cumplieron con los criterios de inclusión.

Estos exploran el uso de la IA en la enseñanza superior de ciencias naturales y abordan los siguientes aspectos: la percepción de docentes (n=2) y estudiantes (n=6), la integración curricular (n=4) y las aplicaciones de herramientas de IA (n=4).

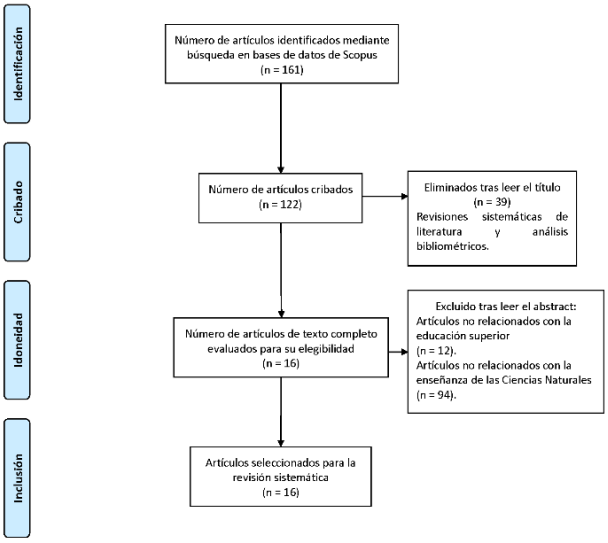


Fig. 1. Diagrama de flujo PRISMA para la selección de artículos.

2.1.3. Análisis de las características de los artículos

Para realizar el análisis de las características de los artículos se utilizó la herramienta de ChatGPT 4.0, con el fin de conocer el nivel educativo en el cual se realizó el estudio, la metodología utilizada, la herramienta de inteligencia artificial utilizada y el principal hallazgo de cada estudio.

3. Resultados y Discusión

Se evaluaron 16 artículos, que se clasificaron en función de diversos criterios, tales como la distribución geográfica y el año de publicación, las perspectivas de docentes y estudiantes, el uso de herramientas de inteligencia artificial en ciencias naturales y la integración curricular. A continuación, se presentan los detalles.

3.1. Distribución geográfica y características de los artículos

Los artículos seleccionados en esta revisión han sido publicados en distintas regiones del mundo, siendo Estados Unidos y Taiwán los lugares con más artículos publicados en esta área. En la fig.2 se observa que Ecuador es el único país de Latinoamérica con publicaciones, lo que pone de manifiesto la necesidad de realizar investigación enfocada en la integración de IA en educación superior de ciencias naturales en esta región.

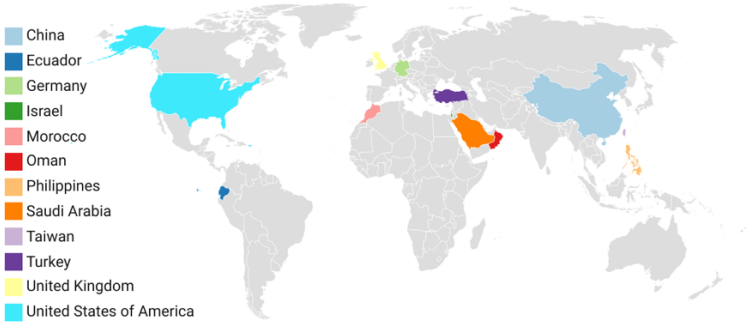


Fig. 2. Distribución geográfica de artículos por país. Creado con: Datawrapper.

Además, se muestra una tabla que especifica las características de cada artículo, tomando en cuenta el nivel educativo en el cual se realizó la investigación, la metodología utilizada, la principal conclusión y la herramienta de inteligencia artificial utilizada.

Tabla 1. Características de los artículos analizados.

Nombre del artículo	Nivel Educativo	Metodología	Herramienta de IA	Principal hallazgo
Integration of modern technologies in higher education on the example of artificial intelligence use	Educación superior	Diseño experimental con análisis estadístico.	Plataforma de aprendizaje personalizado Rptivity	Muestra el impacto positivo de Raptivity y confirma la necesidad de integrar IA en la educación.
Applying Generative Artificial Intelligence to Critiquing Science Assessments	Educación primaria y secundaria	Estudio experimental utilizando modelos de lenguaje multimodales con estrategias de prompting (few-shot y zero-shot), análisis cualitativo de las anotaciones generadas.	Modelos de Lenguaje Multimodales Generativos (MLLMs)	Los MLLMs pueden generar Las anotaciones generadas por IA, especialmente con estrategias de prompting (few-shot), mejoran la evaluación científica alineada con los estándares NGSS y apoyan la reflexión docente.

ChatGPT for natural sciences course design: Insights from a strengths, weaknesses, opportunities, and threats analysis	Educación superior	Estudio cualitativo sobre el uso de ChatGPT 4.0 para el diseño de cursos. Se recopilaron datos mediante reflexiones grupales virtuales diarias y encuestas abiertas al final del taller, analizados utilizando el marco FODA.	ChatGPT 4.0	ChatGPT 4.0 mejora el diseño de cursos y el desarrollo profesional, pero enfrenta desafíos como la generación de información falsa y la necesidad de formación en alfabetización en IA para una integración efectiva.
Can rule-based educational chatbots be an acceptable alternative for students in higher education?	Educación superior	Investigación basada en diseño con métodos cualitativos, utilizando el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM).	Chatbot educativo basado en reglas desarrollado por los autores	Los estudiantes valoraron positivamente los chatbots educativos basados en reglas por su utilidad, a pesar de sus limitaciones tecnológicas frente a los basados en IA avanzada.
Linear regression model to predict the use of artificial intelligence in experimental science students	Educación superior	Enfoque cuantitativo; análisis estadístico utilizando modelos de regresión lineal múltiple basado en el Modelo de Aceptación de Tecnología.	No se especifica una herramienta de IA particular; el estudio se centra en el uso general de la IA en la educación	Las competencias en IA y el acceso a recursos digitales son claves para el uso efectivo de la IA en estudiantes de ciencias experimentales.
Influence of online STEAM hands-on learning on AI learning, creativity, and creative emotions	Educación secundaria	Estudio cuasi-experimental con grupo experimental y grupo de control; análisis cuantitativo de datos pre y post intervención.	No se especifica una herramienta de IA; el enfoque se centra en la enseñanza de conceptos de IA mediante actividades STEAM	Las actividades prácticas en línea basadas en STEAM mejoran el aprendizaje de la IA y la creatividad de los estudiantes frente a métodos tradicionales.
Integration of Artificial Intelligence and Machine Learning Content in Technology and Science Curriculum	Educación secundaria y superior	Análisis curricular.	No especificada; el enfoque se centra en la inclusión de conceptos de IA y aprendizaje automático en el currículo educativo	La integración de IA y aprendizaje automático en los planes de estudio es clave para preparar a los estudiantes para el futuro laboral y fomentar sus competencias digitales.
Mapping Physical Moroccan Sciences Student's Perceptions of AI: A Case Study on Generative AI (ChatGPT)	Educación superior	Enfoque cuantitativo, descriptivo y exploratorio.	ChatGPT	A pesar de que el 92.3% de los estudiantes está familiarizado con la IA, muchos creen que no puede reemplazar a los humanos ni a los profesores, lo que subraya la necesidad de una integración equilibrada de la IA en la educación.
Discourse analysis on academic integrity generative AI: Perspectives from science and mathematics students in higher education	Educación superior	Investigación cualitativa exploratoria.	No se especifica una herramienta de IA particular; el enfoque se centra en el uso de IA generativa en general	Los estudiantes ven la IA generativa como una herramienta útil para el aprendizaje, pero advierten sobre el riesgo de dependencia y la necesidad de un uso responsable y ético para mantener la integridad académica.

The Use and Challenges of Artificial Intelligence among University Students: The Case of Saudi Arabia	Educación superior	Estudio cuantitativo con 500 estudiantes; encuesta estructurada con análisis estadístico descriptivo y correlacional.	No se especifica una herramienta de IA particular; el enfoque se centra en el uso general de la IA en la educación	La mayoría de los estudiantes universitarios en Arabia Saudita usan la IA en sus estudios, pero enfrentan desafíos técnicos y éticos. Se recomienda integrar la IA en el currículo y capacitar en habilidades digitales.
Higher education assessment practice in the era of generative AI tools	Educación superior	Estudio experimental utilizando tres instrumentos de evaluación de disciplinas como ciencia de datos, análisis de datos y gestión de la construcción.	ChatGPT	Las herramientas de IA generativa demuestran habilidades en análisis, resolución de problemas y presentación, pero se necesitan ajustes en el diseño de evaluaciones para una integración efectiva en la educación.
Unpacking the role of AI ethics online education for science and engineering students	Educación superior	Enfoque de métodos mixtos integrados; cuestionarios pre y post-intervención con preguntas cerradas y abiertas; análisis de contenido cualitativo.	No se especifica una herramienta de IA particular; el enfoque se centra en el aprendizaje ético relacionado con la IA	Un módulo de aprendizaje en línea mejoró significativamente el conocimiento ético de los estudiantes sobre la IA y sus habilidades para resolver problemas éticos relacionados.
Using ChatGPT for Method Development and Green Chemistry Education in Upper-Level Laboratory Courses	Educación superior	Estudio experimental; evaluación de la eficacia de ChatGPT en el desarrollo de métodos y propuestas de química verde.	ChatGPT	ChatGPT fue útil como punto de partida, pero sus respuestas fueron vagas y erróneas en química verde, recomendándose precaución en tareas académicas complejas.
Fairness of Academic Performance Prediction for the Distribution of Support Measures for Students: Differences in Perceived Fairness of Distributive Justice Norms	Educación superior	Encuesta transversal con diseño factorial 2x3.	Sistemas de Predicción de Rendimiento Académico (APP) basados en IA	Los estudiantes prefieren una distribución igualitaria de apoyo, y los de STEM ven más justa una distribución basada en la necesidad que los de disciplinas SHAPE.
Teachers' digital competencies for effective AI integration in higher education in Oman	Educación superior	Combinación de metodologías descriptivas y analíticas.	No se especifica una herramienta de IA particular; el enfoque se centra en las competencias digitales docentes para la integración de IA	Se identificaron competencias digitales clave para que los docentes integren eficazmente la IA en la enseñanza superior en Omán, incluyendo habilidades tecnológicas, pedagógicas y éticas.
Exploring the factors affecting the adoption AI techniques in higher education: insights from teachers' perspectives on ChatGPT	Educación superior	Análisis fenomenológico interpretativo (IPA).	ChatGPT	Los docentes valoraron la IA por su potencial en personalización del aprendizaje y desarrollo profesional, pero señalaron preocupaciones sobre fiabilidad, privacidad, falta de apoyo institucional y dependencia excesiva.

3.2. Perspectiva de los docentes respecto al uso de inteligencia artificial

El uso de la inteligencia artificial (IA) en la labor docente ha generado diversas repercusiones en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, centrándose en el impacto del Chat Generative Pre-Trained Transformer (ChatGPT).

Los hallazgos de las investigaciones muestran tendencias similares en cuanto a los beneficios y desafíos que presenta la implementación de ChatGPT en la educación superior. Por un lado, se destaca su eficiencia en la planificación de cursos relacionados con las ciencias naturales, permitiendo a los docentes optimizar el diseño curricular y generar contenido de manera ágil y estructurada [5]. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, las investigaciones también advierten sobre los riesgos asociados a su uso. Uno de los desafíos identificados es la generación de información falsa o inexacta, lo que subraya la necesidad de que los docentes desarrollen habilidades críticas para filtrar y evaluar los contenidos producidos por la IA [5]. En este sentido, la alfabetización en IA se posiciona como un factor clave para garantizar un uso adecuado y efectivo de estas herramientas en el ámbito educativo. La capacidad de discernir entre información veraz y errónea permite que los docentes ejerzan un rol activo en la supervisión y mejora de los recursos generados por la IA.

Asimismo, se evidencia que aún persisten dudas y preocupaciones respecto al impacto del uso de ChatGPT en la educación superior. Algunos sectores del ámbito académico manifiestan incertidumbre sobre las implicaciones de esta tecnología, cuestionando si sus efectos serán mayormente positivos o negativos en la formación de los estudiantes. Desde la perspectiva docente, se han identificado factores que pueden actuar tanto como motivadores como inhibidores en la adopción de ChatGPT. Entre los motivadores se encuentra la optimización del tiempo en la planificación educativa y el acceso rápido a información estructurada. No obstante, entre los inhibidores destacan las preocupaciones sobre la reducción de la interacción humana en el aula, la dependencia excesiva de la tecnología y la falta de regulación institucional sobre su uso [6].

3.3. Perspectiva de los estudiantes respecto al uso de inteligencia artificial

La incorporación de la IA en el ámbito educativo ha dado lugar a diversas percepciones entre los estudiantes, quienes reconocen su potencial para mejorar su experiencia de aprendizaje. Destacándose que, aunque los estudiantes se sienten familiarizados con la tecnología, muchos de ellos consideran que la IA no debe sustituir a los docentes [7]. En lugar de ello, la perciben como una herramienta complementaria que facilita el aprendizaje y apoya en la realización de tareas académicas. Este enfoque subraya la importancia de equilibrar la integración de la IA en el aula, utilizándola para mejorar el rendimiento académico sin reemplazar las interacciones humanas esenciales en el proceso educativo [7]. Además, se señala que uno de los aspectos fundamentales para el uso adecuado de la IA en la educación es la alfabetización tecnológica, una necesidad que también ha sido mencionada en las percepciones de los docentes.

Una de las principales limitaciones identificadas por los estudiantes es la necesidad de desarrollar habilidades críticas para filtrar la información falsa que podría generar la IA, en particular, los modelos de lenguaje como ChatGPT [8]. Esta preocupación coincide con las opiniones de los docentes, quienes también enfatizan la importancia

de capacitar a los estudiantes en el uso responsable y ético de la IA. Además, varios estudios coinciden en que la IA, y en particular ChatGPT, puede potenciar el rendimiento académico de los estudiantes, facilitando la comprensión de los contenidos y optimizando el tiempo dedicado al estudio [9]. Sin embargo, se hace un llamado a la implementación de cursos que ayuden a los estudiantes a discernir la información incorrecta, con el fin de fortalecer su criterio ético en el uso de estas herramientas tecnológicas.

Otro aspecto positivo que los estudiantes destacan en relación con el uso de la IA es la personalización del aprendizaje. La IA permite a los estudiantes adaptar sus métodos de estudio según sus necesidades, ofreciendo explicaciones y recursos que se ajustan a su estilo de aprendizaje, lo que favorece una experiencia educativa más dinámica y adaptativa[10]. Por último, los estudiantes manifiestan preocupaciones éticas sobre el uso indebido de la IA [11], mencionando específicamente los riesgos asociados con la manipulación de la información o la creación de contenido falso. Esta inquietud resalta la necesidad de crear conciencia sobre los aspectos éticos relacionados con la IA y de educar a los estudiantes para que utilicen estas tecnologías de manera responsable.

3.4. Aplicación de herramientas de IA en la educación superior de ciencias naturales

Se han registrado distintas aplicaciones en el uso de inteligencia artificial en educación superior, particularmente en ciencias naturales, que ha evidenciado impactos diferenciados en la enseñanza y el aprendizaje. Uno de los estudios muestra el uso de ChatGPT con estudiantes en un curso de química analítica [12]. Su implementación muestra una valiosa experiencia que fomenta el análisis crítico de los estudiantes para evaluar procesos experimentales, sin embargo, en algunas ocasiones los resultados contenían errores. Esto lleva a considerar el riesgo de que los estudiantes subestimen el potencial transformador de IA en algunas áreas de las ciencias. Esto se podría mitigar con una revisión previa de aplicaciones recientes del uso de modelos generativos en la investigación científica, lo que daría una comprensión más equilibrada de sus fortalezas y limitaciones. Otro hallazgo relevante es el uso de plataformas de aprendizaje personalizado basadas en IA y su impacto positivo en el rendimiento estudiantil [13]. La evidencia sugiere que la personalización del aprendizaje contribuye significativamente a la eficacia del proceso educativo, y respalda la necesidad de continuar explorando su implementación en diferentes contextos, lo que presenta un desafío en adaptar estas plataformas en distintas realidades educativas.

También se demuestra que la integración de la IA con el aprendizaje práctico en entornos STEAM potencia la comprensión conceptual y la creatividad en los estudiantes [14]. Se observaron efectos positivos en la actitud hacia la IA y la capacidad de diseño innovador, que resaltan un papel importante en el desarrollo de competencias clave para la investigación y resolución de problemas. Finalmente, la aplicación de modelos de inteligencia artificial generativa a la crítica de evaluaciones ofrece una vía prometedora para mejorar el diseño de instrumentos de evaluaciones en ciencias [15]. Sin embargo, se destaca la importancia de fomentar la alfabetización en IA de los educadores como un requisito fundamental, para aprovechar al máximo las herramientas que esta ofrece sin comprometer la validez pedagógica de las evaluaciones.

3.5. Integración de IA en el currículo de la enseñanza de ciencias naturales

Los estudios analizados en esta categoría plantean distintos desafíos y oportunidades, y reflejan la necesidad de modificar los planes de estudio para adaptarlos a las nuevas competencias exigidas por la era digital. Un aspecto clave es el rediseño de las evaluaciones para limitar el uso de soluciones generadas por herramientas de IA, como señala el estudio sobre la práctica de evaluación en la educación superior [16], que destaca la importancia de integrar estrategias pedagógicas que fomenten el uso crítico de la IA y recomienda utilizar la IA como herramienta interactiva en el aula que promueva la participación del estudiante.

El estudio sobre la educación superior en Omán [17], señala que el profesorado considera de importancia el desarrollo de competencias docentes de IA. Esto implica que las instituciones implementen programas de formación continua que proporcionen habilidades para incorporar IA en prácticas pedagógicas, de manera que su integración en el currículo no se centre solo en estudiantes, sino también en fortalecer las capacidades docentes. Asimismo, la inclusión de IA y aprendizaje automático en los planes de estudios muestra resultados prometedores en términos de satisfacción de aprendizaje y desarrollo de habilidades analíticas en los estudiantes, como se observa en el caso del estudio realizado en Taiwán [18]. Esta evidencia destaca la importancia de un diseño curricular que contemple la enseñanza de conceptos técnicos y la aplicación práctica de la IA en contextos científicos reales con el fin de mejorar el rendimiento académico y fomentar el interés de los estudiantes. Finalmente, los hallazgos de la Universidad Nacional de Chimborazo relacionados al modelo de regresión lineal aplicado a estudiantes de ciencias experimentales [19], evidencian que la utilidad y facilidad de uso de IA, así como las competencias digitales son determinantes significativos que configuran el comportamiento de estudiantes hacia la integración de IA en sus prácticas académicas. Además, se resalta la necesidad de que las políticas educativas y el diseño curricular promuevan un acceso equitativo a estas tecnologías y a su vez reduzcan la brecha digital para que todos los estudiantes se beneficien de los avances tecnológicos.

4. Conclusiones

El uso de la IA en la educación superior de ciencias naturales presenta un amplio panorama en crecimiento constante. Las aplicaciones de la inteligencia artificial en la educación superior de ciencias naturales han demostrado tener un impacto positivo en áreas como la personalización del aprendizaje, la evaluación científica y el desarrollo de competencias. Una implementación efectiva de la IA en el currículo, que equilibre la innovación tecnológica con principios pedagógicos, tiene el potencial de transformar el aprendizaje en ciencias naturales.

No obstante, se evidencia una escasez de investigaciones sobre este tema en América Latina, ya que solo se identificó un estudio proveniente de Ecuador. Esto resalta la necesidad de fomentar más investigaciones en la región para comprender mejor el impacto de la IA en la educación superior de ciencias naturales. Además, surge una

nueva línea de investigación enfocada en la aplicación de la IA en actividades experimentales, dado que ninguno de los estudios analizados aborda de manera específica su uso en estos procesos.

En este contexto, se recomienda a los investigadores de América Latina que desarrollen propuestas que integren el uso de la IA en actividades experimentales dentro de la educación superior en ciencias naturales. Además, se insta al personal docente e investigador a publicar sus hallazgos en revistas de alto impacto y en espacios de divulgación científica reconocidos, con el propósito de visibilizar el trabajo regional, fortalecer redes de colaboración y contribuir a la disminución de la brecha en la producción académica sobre IA en este campo. Estas acciones pueden constituir un punto de partida fundamental para consolidar una agenda de investigación sólida, pertinente y contextualizada en la región.

5. Referencias

[1] S. Bengesi, H. El-Sayed, M. K. Sarker, Y. Houkpati, J. Irungu, y T. Oladunni, «Advancements in Generative AI: A Comprehensive Review of GANs, GPT, Autoencoders, Diffusion Model, and Transformers», *IEEE Access*, vol. 12, pp. 69812-69837, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3397775.

[2] V. Phillips y E. Barker, «Systematic reviews: Structure, form and content», *Journal of Perioperative Practice*, vol. 31, n.º 9, pp. 349-353, sep. 2021, doi: 10.1177/1750458921994693.

[3] F. Lizano-Sánchez, I. Idoyaga, P. Orduña, L. Rodríguez-Gil, y C. Arguedas-Matarrita, «Teachers' perspective on the use of artificial intelligence on remote experimentation», *Front. Educ.*, vol. 10, p. 1518896, feb. 2025, doi: 10.3389/feduc.2025.1518896.

[4] «The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews | The BMJ». Accedido: 12 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71

[5] J. A. Kumar, M. Zhuang, y S. Thomas, «ChatGPT for natural sciences course design: Insights from a strengths, weaknesses, opportunities, and threats analysis», *Natural Sciences Education*, vol. 53, n.º 2, p. e70003, dic. 2024, doi: 10.1002/nse2.70003.

[6] H. Al-Mughairi y P. Bhaskar, «Exploring the factors affecting the adoption AI techniques in higher education: insights from teachers' perspectives on ChatGPT», *JRIT*, ene. 2024, doi: 10.1108/JRIT-09-2023-0129.

[7] M. Lünich, B. Keller, y F. Marcinkowski, «Fairness of Academic Performance Prediction for the Distribution of Support Measures for Students: Differences in Perceived Fairness of Distributive Justice Norms», *Tech Know Learn*, vol. 29, n.º 2, pp. 1079-1107, jun. 2024, doi: 10.1007/s10758-023-09698-y.

[8] F. A. Al-Abdullatif *et al.*, «The Use and Challenges of Artificial Intelligence among University Students: The Case of Saudi Arabia», *Eurasian J. Educ. Res.*, vol. 2024, n.º 112, pp. 219-238, 2024, doi: 10.14689/ejer.2024.112.022.

[9] M. Usher y M. Barak, «Unpacking the role of AI ethics online education for science and engineering students», *IJ STEM Ed*, vol. 11, n.º 1, p. 35, ago. 2024, doi: 10.1186/s40594-024-00493-4.
[10] Center for Doctoral Studies: Sciences, Technologies, and Medical Sciences, Laboratory of Computer and Interdisciplinary Physics (LIPI). Ecole Normale Supérieure (ENS) Sidi Mohamed Ben Abdellah University, B.P 5206 Bensouda Fez, Morocco y O. Tafhi, «Mapping Physical Moroccan Sciences Student's Perceptions of AI: A Case Study on Generative AI (ChatGPT)», *IJIET*, vol. 15, n.º 1, pp. 175-186, 2025, doi: 10.18178/ijiet.2025.15.1.2230.
[11] H. Güldal y E. O. Dinçer, «Can rule-based educational chatbots be an acceptable alternative for students in higher education?», *Educ Inf Technol*, vol. 30, n.º 3, pp. 3979-4012, feb. 2025, doi: 10.1007/s10639-024-12977-5.
[12] E. F. Ruff, J. L. Franz, y J. K. West, «Using ChatGPT for Method Development and Green Chemistry Education in Upper-Level Laboratory Courses», *J. Chem. Educ.*, vol. 101, n.º 8, pp. 3224-3232, ago. 2024, doi: 10.1021/acs.jchemed.4c00193.
[13] C. Zhou, «Integration of modern technologies in higher education on the example of artificial intelligence use», *Educ Inf Technol*, vol. 28, n.º 4, pp. 3893-3910, abr. 2023, doi: 10.1007/s10639-022-11309-9.
[14] Y.-S. Chang, Y.-Y. Wang, y Y.-T. Ku, «Influence of online STEAM hands-on learning on AI learning, creativity, and creative emotions», *Interactive Learning Environments*, vol. 32, n.º 8, pp. 4719-4738, sep. 2024, doi: 10.1080/10494820.2023.2205898.
[15] H. Nguyen y J. Hayward, «Applying Generative Artificial Intelligence to Critiquing Science Assessments», *J Sci Educ Technol*, vol. 34, n.º 1, pp. 199-214, feb. 2025, doi: 10.1007/s10956-024-10177-x.
[16] «Higher education assessment practice in the era of generative AI tools», JALT, vol. 7, n.o 1, abr. 2024, doi: 10.37074/jalt.2024.7.1.28.
[17] H. Khalil y S. Alsenaidi, «Teachers' digital competencies for effective AI integration in higher education in Oman», *JEELR*, vol. 11, n.º 4, pp. 698-707, nov. 2024, doi: 10.20448/jeelr.v11i4.6097.
[18] S.-H. Chang *et al.*, «Integration of Artificial Intelligence and Machine Learning Content in Technology and Science Curriculum», *Int. J. Eng. Educ.*, vol. 39, n.º 6, pp. 1343-1357, 2023.
[19] E. M. Flores Hinostroza, D. J. Mendoza, M. Navarro Cejas, y E. P. Palacios Trujillo, «Linear regression model to predict the use of artificial intelligence in experimental science students», *INT ELECT J MATH ED*, vol. 20, n.º 1, p. em0807, ene. 2025, doi: 10.29333/iejme/15736.

Automatización de la triada metacognitiva: estrategia de innovación pedagógica y tecnológica para fortalecer competencias genéricas

María Cristina Gamboa-Mora [1], Nelly Milady López-Rodríguez [2], Grace Judith Vesga-Bravo [3], Fernando Hernández-López[4]

[1 y 4] Escuela Ciencias de la Educación. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Colombia) maria.gamboa@unad.edu.co; fernando.hernandezl@unad.edu.co

[2] Vicerrectoría Académica y de Vinculación con la Sociedad. Universidad Tecnológica Indoamérica (Ecuador) miladylopezr@gmail.com

[3] Facultad de Educación Universidad Antonio Nariño (Colombia) gvesga@uan.edu.co

Resumen. En el ámbito universitario fortalecer las competencias metacognitivas de los estudiantes se considera relevante por su aporte al desarrollo de pensamiento crítico, la autonomía y la autorregulación, aspectos que favorecen el aprendizaje. El objetivo de este estudio fue crear una estrategia de innovación pedagógica denominada Triada Metacognitiva, para promover las competencias de autorreconocimiento, autoplanificación, y autogestión del conocimiento. La investigación de enfoque mixto, se enmarcó en investigación acción. En la intervención pedagógica participaron 75 estudiantes de tres universidades colombianas. La Triada Metacognitiva se configuró con una secuencia didáctica y recursos para su implementación y se validó utilizando el Metacognitive Awareness Inventory (MAI). Se concluye, que la implementación de la Triada Metacognitiva favorece el conocimiento de sí mismo, fortalece los procesos cognitivos, permite hacer conciencia del aprendizaje, mejora los hábitos de estudio y contribuye al desarrollo de las competencias genéricas de los estudiantes en la universidad. Para su validación y diversificación con el prototipo logrado, se adelanta su proceso de automatización.

Palabras clave: Triada metacognitiva. Innovación pedagógica. Innovación tecnológica. Automatización. Competencias Metacognitivas. Competencias genéricas.

1. Introducción

Los estudiantes universitarios en la actualidad implementan diversas estrategias para el logro de los objetivos, el proceso educativo centrado los estudiantes ha conllevado a que los actores educativos planifiquen sus actividades para poder llevar a cabo variedad de tareas, de manera simultánea. [1], identificó estrategias empleadas antes, durante y después de una tarea. Antes de ejecutar la tarea: reconocimiento de emociones, reconocimiento del estilo de aprendizaje, bases conceptuales, planeación del tiempo, planteamiento de objetivos. Durante una tarea: automonitoreo, revisión y ajuste del tiempo, manejo de los contenidos, ajuste de estrategias, nivel de atención. Posterior a la tarea: aprendizajes obtenidos, evaluación de resultados, relación de aprendizajes nuevos con los previos, resiliencia.

Complementado, para los autores [2], las competencias deben ser la meta de aprendizaje y la manera como se evalúan y diseñan deben ser el punto de partida para planear los espacios académicos de los programas universitarios a través de los cuales los estudiantes sean conscientes de su proceso de aprendizaje. En el mundo actual las estrategias pedagógicas implementadas en la universidad deben ser innovadoras, en coherencia con los requerimientos del contexto profesional y el desarrollo humano de quienes se forman allí, de modo que la universidad pueda convertirse en una institución acreditadora de competencias.

Por tanto, crear una innovación pedagógica en la universidad, parte de reconocer qué hacer con los recursos que tenemos a mano, más que encontrar una genialidad rompedora o innovación disruptiva; se puede innovar haciendo uso de los recursos disponibles coincidiendo con [3]. Adicionalmente, implementar un prototipo funcional que automatice la innovación pedagógica denominada triada metacognitiva, a través de una herramienta tecnológica, facilitará el acceso a la información clave sobre cómo aprenden los estudiante y por tanto, permitirá que los actores educativos puedan procesar y analizar los datos metacognitvos de marea rápida y eficiente, lo que favorecerá el diseño de estrategias pedagógico-didácticas fundamentadas y encuadradas a las necesidades cognitivas de una población intervenida, lo cual contribuye a su vez en la toma de decisiones, y aporta al planteamiento de modelos educativos contextualizados, que respondan a las necesidades particulares; promoviendo competencias genéricas como estudios previos lo han demostrado ([4]; [5].; [6].).

2. Referentes teóricos

[7], señala que gran parte del desarrollo cognitivo es automotivado, por lo que la metacognición implica la capacidad de hacer que el proceso de pensamiento sea visible, a través de un proceso de control consciente. Investigaciones como la de [8], han demostrado que las habilidades metacognitivas no solo influyen en el rendimiento

académico, sino también en la producción de textos, y en la capacidad de planificar y revisar trabajos de manera eficiente. Estas habilidades son fundamentales para los estudiantes en todo el mundo, viabilizando su adaptación frente a los desafíos de un entorno académico y laboral en constante cambio. A nivel global, las habilidades cognitivas y metacognitivas son necesarias para que los estudiantes se conviertan en aprendices autónomos y puedan enfrentarse a los complejos problemas del siglo XXI ([9]; [10]; [11]).

Por otra parte, recolectar gran cantidad de datos e información a través de formularios que implementan tecnología como Google Forms, o Microsoft Forms, herramientas basadas en la nube que permite crear formularios y encuestas en línea y carpetas compartidas, que combinan almacenamiento y sincronización de archivos parafacilitar la colaboración entre usuarios: investigadores, docentes y estudiantes, pone en riesgo la seguridad de los datos [12]. Consecuentemente, el desafío es que el prototipo para implementar la innovación pedagógica con una herramienta tecnológica, debe ser adaptable a diferentes contextos educativos, desde instituciones con alta infraestructura tecnológica hasta aquellas con limitaciones, garantizando su efectividad en entornos variados. La automatización debe centrarse en agilizar el procesamiento de los datos metacognitivos recolectados, de manera que los docentes puedan formular estrategias pedagógicas personalizadas y basadas en evidencia en tiempo real. Además, debe ofrecer una interfaz que permita visualizar los datos procesados de manera clara y comprensible; facilitando la toma de decisiones pedagógicas. Lo anterior, implica asegurar su rendimiento técnico, garantizar la seguridad de la información recolectada y cumplir con las normativas de protección de datos personales [13].

metodología para abordar la solución de un problema, o se está describiendo una experiencia de innovación docente o el desarrollo de una nueva aplicación para teléfonos móviles, etc. los títulos de éste y de los otros apartados del artículo que se está elaborando, deberán ser acordes con la naturaleza de la investigación que se pretende describir.

La redacción del artículo debe hacerse utilizando un tono formal, evitando expresiones coloquiales o vulgares. Se debe escribir utilizando el modo impersonal, en tercera persona, huyendo del uso de la primera persona del singular. La redacción deberá ser clara y concisa, gramaticalmente correcta y cuidando la ortografía y puntuación.

3. Método

Se realizó un estudio mixto convergente [14], que se configuró mediante el método de investigación acción [15], en el cual se crea y se valida la estrategia de innovación pedagógica denominada Triada Metacognitiva. La estrategia se implementó en tres Instituciones de Educación Superior en Colombia, dos de carácter privado y una pública. En total participaron 75 estudiantes seleccionados a través de muestreo por conveniencia quienes otorgaron el consentimiento informado de acuerdo con la [16], de protección de datos en Colombia.

El estudio se llevó a cabo siguiendo los cuatro ciclos de la investigación acción [17]. El primer ciclo fue el diagnóstico y reconocimiento inicial de la situación. Utilizando el instrumento el Metacognitive Awareness Inventory (MAI), se hizo un análisis de las habilidades metacognitivas de los estudiantes de las tres universidades pertenecientes a diferentes carreras, con una muestra total de 1204. Se evidenció que, si bien, en general los estudiantes tuvieron un promedio alto de sus habilidades, se requería fortalecer especialmente la regulación de la cognición.

Segundo, se hizo la formulación de un plan para resolver el problema. Se diseñó la Triada Metacognitiva para que los estudiantes universitarios fortalezcan sus competencias. Para llegar a esta propuesta, se acudió a la revisión documental y la narrativa. La primera, aportó los referentes teóricos y prácticos que sustentaron la creación de la estrategia pedagógica, a través de la comprensión de la metacognición, sus componentes y subcomponentes, y la perspectiva de competencias desde las cuales se diseñó la propuesta. Por su parte la narrativa, propició la reflexión pedagógica durante el proceso de investigación, en las fases de diseño, desarrollo y evaluación de la estrategia de innovación pedagógica, dado que los relatos permitieron compartir experiencias para develar los saberes de los docentes investigadores sobre la definición de las competencias, la formulación de los resultados esperados de aprendizaje, y la construcción de rúbricas de autoevaluación para la observación, el seguimiento y la valoración del nivel de desempeño alcanzado durante la implementación por parte de los estudiantes. Al respecto [18], señala que la narrativa es a su vez una herramienta que contribuye al desarrollo profesional, en este caso docente.

Tercero, se implementó y evaluó el plan. Se implementó la estrategia durante un semestre académico con la participación de estudiantes de tres universidades. Se validó

la efectividad a través de la aplicación a modo de pretest y postest del MAI, creado por [19], y validado para su uso en Colombia por [20], Y a través de un formulario se consultó a los estudiantes sobre la utilidad de la estrategia y su intención de seguir usándola de manera permanente.

Cuarto ciclo la realimentación. Con base en los resultados obtenidos en la etapa de validación y la reflexión permanente durante la implementación, se hicieron algunos ajustes en la estrategia y los instrumentos utilizados, de modo que pueda ser implementada nuevamente en escenarios diversos.

Finalmente, el Producto Mínimo Viable (PMV) logrado, permite automatizar la triada metacognitiva, la herramienta tecnológica debe ser fácil de usar e intuitiva, integrándose de manera fluida en la práctica diaria de los docentes, sin sobrecargar sus actividades.

4. Los resultados

La estrategia, tiene una estructura cíclica de tres momentos: me reconozco, me fortalezco, me proyecto. Esta organización holística del proceso metacognitivo, representa para los estudiantes una propuesta de aprendizaje, dinámica y transformadora en la que implementa acciones y estrategias orientadas a sus logros

académicos y de crecimiento personal, a través de seis experiencias metacognitivas: 1. Expectativas y retos, 2. Autoevaluación, 3. Planificación y seguimiento, 4. Ejecución, 5. Valoración, 6. Feedback. Realizado el acompañamiento de cada uno de los estudiantes en el proceso de implementación de la innovación, se evidenció que la generación individual de los reportes en cada uno de los momentos generaba un

A continuación, en la tabla 1, se resumen los momentos de la estrategia pedagógica, los procesos metacognitivos y los recursos utilizados.

Tabla 1. Estructura didáctica de la estrategia de innovación pedagógica Triada metacognitiva

Momentos	Experiencias metacognitivas	Procesos metacognitivos	Recursos
Me reconozco	1. Mis expectativas y Retos	Reconocimiento de metas y expectativas a partir de la activación de los procesos de atención, meta comprensión y metamemoria.	Hoja de trabajo
	2. Autoevaluación	Diagnóstico inicial de las competencias metacognitivas definidas	Inventario de Habilidades Metacognitivas (MAI)
	3.Planificación, ejecución y seguimiento de las competencias metacognitivas.	Establecer actividades para el desarrollo de las competencias metacognitivas a partir de la reflexión sobre el estado inicial identificado en el paso anterior. Siguiendo la ruta: analizar, planificar, ejecutar, evaluar, reforzar y modificar.	Bitácora metacognitiva
Me fortalezco	4.Ejecución y seguimiento de las competencias metacognitivas.	Ejecutar actividades para el desarrollo de las competencias metacognitivas a partir de la reflexión sobre el estado inicial identificado en el paso anterior. Siguiendo la ruta: analizar, planificar, ejecutar, evaluar, reforzar y modificar.	Rúbricas de autoevaluación
	5. Valoración	Análisis de las estrategias establecidas y evaluación de la efectividad de su ejecución y modificación para el mejoramiento.	Rúbricas de heteroevaluación

Me proyecto	6. Feedback	Autoevaluación nuevo diagnóstico de las competencias metacognitivas, análisis y comparación con los resultados iniciales, expectativas y retos.	Hoja de trabajo MAI

Fuente: Elaboración Propia

Validada la triada metacognitiva en las tres instituciones universitarias de Colombia, se configuró el PMV requerido para iniciar el proceso de automatización, la información recolectada es amplia y es necesario hacer los reportes durante el semestre en los tiempos requeridos para que los estudiantes puedan conocer, su punto de partida, la importancia de la planificación y su efectividad, en los tiempos que permitan evaluar el proceso y emprender mejoras para lograr mejores resultados en el proceso académico. Acorde con lo propuesto por [21], este proceso aumenta el compromiso, la responsabilidad y la correcta selección de estrategias que funcionan para el aprendizaje, pasando al nivel de metacognición; para que luego, a partir de acciones o estrategias puedan mejorarlas, al tiempo que van conociendo más la manera en que aprenden.

[22], señala que la autoevaluación es una valoración del proceso de aprendizaje, realizada con criterios y niveles de perfección que se desean lograr, siendo la autoevaluación un proceso fundamental en la autogestión del conocimiento.

5. Conclusiones

La Triada Metacognitiva, es una estrategia creada y validada para promover competencias metacognitivas en estudiantes universitarios, sin embargo, puede ser implementada por maestros y estudiantes de otros niveles, en el aula o en el ámbito laboral, tanto de forma integral, o haciendo uso de algunos de sus componentes y recursos. El carácter flexible y adaptable de la Triada Metacognitiva, favorece la generación de nuevas experiencias de aprendizaje, otras estrategias, así como, investigaciones en torno al aprendizaje y la metacognición.

Se destaca que la estrategia, potencia el protagonismo de los actores educativos, frente a su aprendizaje de manera autónoma y el rol del maestro se centra en el rol de mediador, quien orienta y acompaña. Los recursos que han sido creados para la implementación de esta estrategia de innovación pedagógica invitan a la autoreflexión de las metas previstas y a realizar una autoevaluación sobre sus competencias metacognitivas.

La hoja de trabajo es un recurso que motiva al estudiante hacia el proceso de aprendizaje, a través de las metas y expectativas que él define, y el análisis inicial y final de sus competencias, mediante el registro de los datos de su diagnóstico metacognitivo (resultados MAI), le orienta al autorreconocimiento de sus procesos metacognitivos, y al establecimiento de retos en perspectiva de mejora continua. La bitácora metacognitiva permite que sea el estudiante quien proponga y ejecute las

acciones o estrategias que considere más apropiadas, enfocándose en el reconocimiento de su individualidad y el pluralismo de la acción pedagógica. Esto le permite al estudiante ser consciente del proceso de planeación, monitoreo y evaluación, lo cual favorece la autoplanificación y la autogestión del conocimiento.

El uso de rúbricas de autoevaluación fomenta en los estudiantes, el sentido crítico frente a su desempeño, planteando retos. que llevan al estudiante a la búsqueda de niveles cada vez más elevados.

Se recomienda que cuanto se implemente la Triada metacognitiva en un curso/asignatura, haga parte de las evidencias de aprendizaje que son valoradas en el mismo, es decir, que se asigne un porcentaje de la evaluación, de modo que el estudiante vea su esfuerzo, en cierto modo recompensado, y esto le permita comprometerse aún más en el fortalecimiento de sus competencias metacognitivas como precursoras de las competencias genéricas. Según el tiempo de ejecución de la estrategia, el docente puede determinar si el proceso de autoevaluación se hace una o varias veces a lo largo de la implementación.

Durante la validación de la estrategia, en los espacios de acompañamiento docente, los estudiantes narraron la positiva experiencia y cómo a través de la bitácora comprendieron el proceso y su significado, convirtiéndose en un prototipo eficiente de control metacognitivo. Es este punto, con la evidencia recolectada de su efectividad, se procede a la automatización como innovación tecnológica, contribuyendo a la generación de reportes individuales de los usuarios, al procesamiento de datos sobre la cognición de los actores educativos para tomar decisiones sobre las estrategias pedagógico-didácticas necesarias para el fortalecimiento de las competencias genéricas; asegurando la eficiencia. El reto consiste en automatizar los instrumentos diseñados y validados para el proceso.

Agradecimientos

A las Universidades Nacional Abierta y a Distancia, Antonio Nariño, Autónoma de Bucaramanga y Tecnológica Indoamérica de Ecuador por el apoyo a la gestión de la investigación de sus docentes. Proyecto VIEM0082024 Desarrollo de una herramienta de automatización de la triada metacognitiva como innovación pedagógica para fortalecer competencias genéricas en actores educativos.

6. Referencias

[1] Castellanos-Muñoz, S. L. (2016). Estrategias para el desarrollo de memoria de trabajo y metacognición en estudiantes universitarios. Universidad en Internet (UNIR). https://reunir.unir.net/handle/123456789/4616.[Último acceso: 10 03 2025].

[2] Quintana, M., Montero, M., Recio, R.Páez, J. Cortés, J. (2018). Diseño de una ruta pedagógica para la evaluación de competencias a través del portfolio electrónico en entornos distribuidos y heterogéneos de aprendizaje. REOP - Revista Española De

Orientación y Psicopedagogía, 29(3), 25–44. https://doi.org/10.5944/reop.vol.29.num.3.2018.23319. [Último acceso: 11 03 2025].

[3] Cobos Sanchiz, D., Gómez Galán, J. y Sarasola, J. L. (2016). Entre la web social y la disrupción: apuntes para una innovación pedagógica en la universidad. En Gómez Galán, J., Cobos Sanchiz, D, y López Meneses, E. (Coords.), La Educación Superior en el Siglo XXI: Nuevas Características Profesionales y Científicas (pp. 12-34). UMET Press, Universidad Metropolitana. [Último acceso: 10 03 2025].

[4] Greene, J. A., Bolick, C. M., Jackson, W. P., Caprino, A. M., Oswald, C.,& McVea, M. (2015). Domain-specificity of self-regulated learning processing in science and history digital libraries.Contemporary Educational Psychology, 42, 111–128. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.06.001.[Último acceso: 11 03 2025]..

[5] Kleitman, S., & Narciss, S. (2019). Introduction to the special issue "applied metacognition: Real-world applications beyond learning". Metacognition and Learning, 14(3), 335–342. https://doi.org/10.1007/s11409-019-09214-7. [Último acceso: 12 03 2025].

[6] Vesga-Bravo, G. J., Gamboa-Mora, M. C., López-Rodríguez, N. M. ., Zapata-Zapata, A., & Hernández López, F. (2024). Validation of a Pedagogical Innovation Strategy for the Strengthening of Metacognitive Skills. Revista Fuentes, 26(3),279–291. https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2024.23433. [Último acceso: 12 03 2025].

[7] Flavell, J. (1992). Desarrollo cognitivo: pasado, presente y futuro. Traducción de Carlos Magaña. Edición original en inglés en Developmental Psychology, 28(6), 998-1005. ttps://doi.org/10.1037/0012-1649.28.6.998.

[Último acceso: 12 03 2025].

[8] Campo, K., Escorcia, D., Moreno, M. & Palacio, J. (2016). Metacognición, escritura y rendimiento académico en universitarios de Colombia y Francia [Metacognition, Writing and Academic Performance in Colombian and French College Students]. Avances en Psicología Latinoamericana, 34(2), 233-252. http://dx.doi.org/10.12804/apl34.2.2016.03. [Último acceso: 12 03 2025]

[9] Arias, W., Zegarra, J., & Velarde, O. (2014). Estilos de aprendizaje y metacognición en estudiantes de psicología de Arequipa [Learning and metacognition styles in psychology students from Arequipa]. Revista Peruana de Psicología, 20(2), 267-279. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=. [Último acceso: 10 03 2025]

[10] Arias, R., & Aparicio, A. (2020). Conciencia metacognitiva en ingresantes universitarios de ingeniería, arquitectura y ciencias aeronáuticas [Metacognitive Awareness in University Graduates in Engineering, Architecture and Aeronautical Sciences]. Propósitos y Representaciones, 8(1), e272. https://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.272. [Último acceso: 10 03 2025].

[11] Gamboa Mora, M. C., López-Rodríguez, N. M., Vesga-Bravo, G. J., & Hernández- López, F. (2023). Metacognitive skills of undergraduate university students: study based on three colombian institutions: Habilidades metacognitivas de estudiantes universitarios de pregrado: estudio en tres instituciones colombianas. Psicogente, 26(50). https://doi.org/10.17081/psico.26.50.6162. [Último acceso: 12 03 2025].

[12] Leyva Carreras, A.B., Cavazos Arroyo, J., & Espejel Blanco J. E. (2018), Influencia de la planeación estratégica y habilidades gerenciales como factores internos de la competitividad empresarial de las Pyme. Contaduría y Administración, 63 (3), pp.

1-21. http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1085. [Último acceso: 12 03 2025].

[13] Gamboa-Mora, M, C., Vesga-Bravo, G. J., López-Rodríguez, N. M. ., & Hernández López, F. (2024). Desarrollo de una herramienta de automatización de la triada metacognitiva como innovación pedagógica para fortalecer competencias genéricas en actores educativos. Universidad Nacional Abierta y Distancia. VIEM0082024.

[14] Núñez Moscoso, J. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. Cadernos de Pesquisa, 47(164), 632-649. https://shs.hal.science/halshs-01530898v1/document. [Último acceso: 12 03 2025].

[15] Hernández-Sampieri., R., Fernández, C, y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill.

[16] Ley 1581 de 2012. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Octubre 17 de 2012.
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981. [Último acceso: 11 03 2025].

[17] Hernández, F., Martínez, P., Martínez, M., & Monroy, F. (2014). Aprendizaje y Competencias. Una nueva mirada. REOP - Revista Española De Orientación Y Psicopedagogía, 20(3), 312–319.
https://doi.org/10.5944/reop.vol.20.num.3.2009.11505. [Último acceso: 12 03 2025].

[18] García-Huidobro, R. (2016). La narrativa como método desencadenante y producción teórica en la investigación cualitativa. EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales, 34, 155-178.
https://www.redalyc.org/pdf/2971/297145846006.pdf. [Último acceso: 11 03 2025].

[19] Schraw, G. & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness.
Contemporary Educational Psychology, 19, 460-475.
https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033. [Último acceso: 12 03 2025].

[20] Huertas Bustos, A. P., Vesga Bravo, G. J., & Galindo León, M. (2014). Validación del instrumento 'inventario de habilidades metacognitivas (Mai)' con estudiantes colombianos. Praxis & Saber, 5(10), 55–74. https://doi.org/10.19053/22160159.3022. [Último acceso: 12 03 2025].

[21] Ardila, C.I., Dallos, L. y Ríos, N.C. (2017). De la autoevaluación a la metacognición. Una propuesta de investigación acción sobre los procesos de autoevaluación en la Institución Educativa Departamental Gustavo Uribe Ramírez. Bogotá: Universidad de los Andes.

[22] Panadero, E. (2011). Ayudas instruccionales a la autoevaluación y la autorregulación: Evaluación de eficacia de guiones de autoevaluación frente
a de las rúbricas. Universidad Autónoma de Madrid.

La irrupción de la inteligencia artificial en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la Física en Uruguay. Perspectivas del estudiantado de bachillerato

Marcela Ballesta Wolmark[1], Silvia Sguilla[2]
[1] Departamento de Física del IPA-CFE, ANEP. Uruguay
mballestaw.didactica@gmail.com
[2] Departamento de Física del IPA e IINN_CFE, ANEP. Liceo T. Berreta- DGES, ANEP. Uruguay
ssguilla@docente.ceibal.edu.uy

Resumen. En el presente se da cuenta de un proceso indagación en curso sobre las percepciones que, de la Inteligencia Artificial (IA), se tiene en ámbitos educativos de enseñanza media en Uruguay. Se entiende de relevancia en tanto la intempestiva irrupción de la misma ha generado nuevos desafíos. Se abordan las perspectivas del estudiantado: lugar asignado a la IA en sus procesos de aprendizaje, necesidades de formación sistematizada, valoración sobre los riesgos de tipo pedagógicos, éticos y sociales, así como tensiones áulicas vivenciadas. Se recoge información a través de la aplicación de una encuesta de carácter exploratorio. La síntesis de los hallazgos realizados permitió generar nuevos instrumentos de indagación así como proyectar cinco posibles líneas de investigación.

Palabras clave: Inteligencia artificial, enseñanza- aprendizaje, ciencias naturales, estudiantes, percepción de riesgos

1. Introducción

En Uruguay, desde la creación e implementación del Plan Ceibal (2006-2007) [1] (sustentado en una conectividad a internet generalizada y de calidad a nivel país), se ha gestado una cultura de incorporación naturalizada de tecnología y aplicaciones digitales a las aulas, especialmente en ámbitos formales de enseñanza pública. El suministro de equipos, el desarrollo de plataformas y aplicaciones educativas y la formación permanente, tanto para docentes como para estudiantes, son los pilares del proyecto. Trabajando al servicio de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), ha permitido la construcción de diálogos robustos entre la enseñanza- aprendizaje de las ciencias naturales, la tecnología y el abordaje de problemas educativos de relevancia. Ocupándose también, de establecer marcos referenciales para la enseñanza en áreas como pensamiento computacional y la "novedosa" Inteligencia Artificial (IA) [2].

Aún así, en este contexto, estudiantes, profesoras y profesores, se han visto mayormente sorprendidos por el fenómeno de la irrupción de la IA en ámbitos educativos y advierten nuevos desafíos. Por lo cual, parece oportuno y necesario comenzar a investigar sobre estos asuntos.

En esta oportunidad, desde la perspectiva del estudiantado de educación media superior, se comienza a explorar en relación a la IA, la percepción de su eficacia, utilidad y riesgos [3], así como su impacto en los procesos de aprendizaje [4].

Sin embargo, se debe advertir y dejar claro desde el inicio que, el papel de las prácticas docentes de enseñanza, y especialmente en éstas, el saber preguntar, resultan clave para desarrollar el pensamiento crítico que se requiere para enfrentarse a la IA [5]. En este sentido, atendiendo a la enseñanza de la Física en Uruguay, en el nivel medio superior, se encuentra que la misma se caracteriza por estar centrada en el docente, altamente guiada por el profesorado. Apreciándose a su vez cierta debilidad en la promoción de estrategias de pensamiento crítico [6-7].

Al considerar las relaciones áulicas entre docentes y estudiantes en función de la temática, se recogen algunos otros elementos. De los señalados como positivos, la bibliografía refiere por ejemplo, a que facilita un acompañamiento personalizado del estudiantado o reduce el tiempo dedicado a trabajos administrativos para el colectivo docente. Entre los que se presentan como negativos, uno de los más destacados, es la consideración de la utilización de herramientas de IA como limitadoras de destrezas personales del estudiantado, particularmente en el desarrollo de evaluaciones. Lo cual ha llevado en muchos casos a adoptar actitudes prohibicionistas. [8-9]

En consideración del compacto fundamento anterior, se presenta el siguiente estudio que se encuentra en fases iniciales de desarrollo. Como se anticipó, se inicia focalizando en el estudiantado, con una población objetivo de bachillerato (15 a 18 años). Se busca hacer una aproximación a sus puntos de partida, expectativas y necesidades, frente a la irrupción intempestiva de la IA en los espacios educativos, que comparten con sus docentes. De forma similar se prevé el trabajo con el colectivo docente (no considerada aquí). Se proyecta, en otras etapas, lograr apreciar las nuevas construcciones de sentidos entre estos actores, desocultando tensiones que colaboren en una futura configuración/reconfiguración del campo de la enseñanza y el aprendizaje de la Física en Uruguay.

2. Contenido

2.1. Objetivos: 1) Identificar el estatus epistemológico que los estudiantes de le asignan a las herramientas de Inteligencia Artificial en sus procesos de aprendizaje. 2) Explorar las necesidades de los estudiantes en relación a la formación sobre Inteligencia Artificial. 3) Analizar las percepciones de los estudiantes sobre los riesgos de tipo pedagógicos, éticos y sociales asociados al uso de la inteligencia artificial. 4) Evidenciar tensiones institucionales y áulicas, desde la perspectiva estudiantil, surgidas con la irrupción de la Inteligencia Artificial.

2.2. Aspectos metodológicos

El presente estudio se enmarca en un diseño de tipo exploratorio, cuyo objetivo principal es recolectar información preliminar que permita identificar y formular problemas relevantes para futuras investigaciones de carácter explicativo. La investigación adopta un enfoque etnográfico, en tanto procura comprender las experiencias y percepciones de un colectivo específico de individuos dentro de su contexto sociocultural.

El enfoque metodológico es mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas para un abordaje más integral del objeto de estudio. En esta fase, se emplearon dos instrumentos de recolección de datos: un cuestionario autoadministrado y entrevistas semiestructuradas. El cuestionario fue elaborado con base en los objetivos específicos del estudio, lo que garantiza su validez de contenido. El cuestionario incluyó preguntas de diversos formatos: cerradas, dicotómicas, de opción múltiple, abiertas y de escala Likert. Se administró de

forma anónima, y se garantizó el consentimiento informado de todas las personas participantes, en conformidad con los tres principios éticos de la investigación: la confidencialidad, autonomía y no maleficencia [10].

La población corresponde a estudiantes de Educación Media Superior (EMS) de dos liceos de Uruguay y la muestra fue no probabilística seleccionada por conveniencia.

Para el análisis de los cuestionarios, se establecieron a priori categorías acordes con los objetivos del estudio que se explicitan en la sección de resultados.

3. Resultados

Datos contextuales
Los encuestados cursan: 16 1º EMS, 83 2º EMS y 13 3º EMS
Conocimiento respecto de la IA
114 declara conocer; una sola respuesta no estoy segura. La mayoría indica haberse enterado por Redes Sociales y videos You Tube o TikTok, 55 respuestas.
Uso y aplicaciones
Casi todos usan el Chat GPT en exclusividad y declaran en su mayoría usarlo rara vez (76) mientras que 25 dice usar IA con frecuencia. Los usos más comunes son para ayuda en tareas escolares, generación de textos o resúmenes y búsqueda de información en ese orden. La asignatura para la que más la usan es Historia y, entre las ciencias experimentales, Física es para la que menos la usan. Responden usarla fluidamente sin inconveniente, 74, mientras que 18 advierten información incorrecta, incompleta o confusa. Consistente con la mayoría de las valoraciones de 3 a 5 en la percepción de utilidad de la IA. Las tres menciones más frecuentes detectadas, en relación a las ventajas, son: rapidez y ahorro de tiempo, posibilidad de hacer resúmenes y simplificación de textos; consideran que la IA brinda explicaciones claras y personalizadas.
Seguridad y confianza
En cuanto los riesgos manifiestan preocupación en las siguientes áreas: pérdida de pensamiento crítico, dependencia excesiva de la tecnología y desinformación o datos incorrectos. Solamente 14 respuestas evidenciaron preocupaciones en cuanto a la privacidad. Muestran relativa confianza en la información que brinda, muchos aplican estrategias concretas de validación como buscar en otras fuentes o comparar, pero también se observa confianza excesiva o falta de verificación. No se manifiestan preocupados por la privacidad de los datos y 70 encuestados rechazan tajantemente la posibilidad de que la IA tome decisiones sobre su educación aunque están dispuestos a recibir sugerencias. La mayoría es favorable a la enseñanza de IA (70+ respuestas positivas), pero con énfasis en aprender a usarla mejor, responsablemente y de forma práctica.
Demandas y necesidades formativas
Hay un núcleo resistente (32 respuestas) que ve innecesario o no deseable enseñar IA en el liceo. Se evidencia una alta demanda de alfabetización digital crítica: aprender a “preguntar bien”, “usar sin depender”, “obtener información confiable”. También se perciben tensiones pedagógicas: preocupación por la copia, por la pérdida del rol docente, o por la banalización del estudio. Se observa una necesidad de formación en su uso aunque muestran ser conscientes de riesgos de dependencia o mal uso. Manifiestan una preocupación por la pérdida de pensamiento crítico.
Habilitaciones de docentes y padres (o referentes)

Los estudiantes mayoritariamente advierten que la mayoría de sus docentes o no aceptan el uso de IA o lo aceptan pero prefieren que no la usen. También se perciben tensiones pedagógicas: preocupación por la copia, por la pérdida del rol docente, o por la banalización del estudio. En cuanto a la percepción de los estudiantes acerca de la habilitación de sus padres al uso de la IA manifiestan que están de acuerdo o que no están en conocimiento (los padres) si la usan o no.
Estatus epistemológico
La mayoría la percibe como una tecnología útil para optimizar búsquedas y resolver problemas, aunque algunos destacan su dependencia de datos externos. La mayoría valora su capacidad para explicar temas complejos, ahorrar tiempo y proporcionar información accesible. El 45% de las respuestas se muestran positivas a la utilidad, aunque reconocen que no siempre verifican la veracidad de lo que produce. Existe una confianza generalizada en su utilidad, pero también una conciencia crítica sobre sus limitaciones.

Puede sintetizarse que los estudiantes tienden a considerar a la IA una herramienta útil para el aprendizaje, particularmente en áreas de contenido teórico (historia) y resolución de problemas (matemática), resultando Física la ciencia en la cual menos usan IA. La mayoría afirma utilizarla como apoyo para comprender conceptos, obtener información y realizar tareas, aunque reconocen que no siempre verifican la veracidad de lo que produce. De la mano de lo anterior, también muestran una conciencia crítica sobre sus limitaciones, en particular en relación con la confiabilidad y la posibilidad de generar dependencia o limitar el pensamiento propio. No perciben que la IA sustituya al profesorado. Los estudiantes manifiestan no haber recibido una instrucción formal sobre su uso. Muchos expresan el deseo de aprender a utilizarla de forma ética y responsable, y reconocen que el desconocimiento por parte de docentes y autoridades educativas limita su integración pedagógica. Emergen preocupaciones vinculadas al reemplazo del pensamiento crítico, la pérdida de habilidades cognitivas y la desinformación. Estas percepciones coexisten con una visión pragmática de la IA como herramienta para sortear obstáculos escolares. Muchos estudiantes declaran que la mayoría de sus docentes no aceptan el uso de IA o lo sancionan, lo cual genera un desajuste entre las prácticas reales del estudiantado y las normas escolares. Otras consideraciones éticas, como el consumo de recursos naturales o los sesgos no aparecieron.

4. Reflexiones finales

A partir de los resultados obtenidos y el conocimiento que los mismos aportan, se habilitan nuevas posibilidades y oportunidades de gestión de la indagación. Por un lado, se ha podido generar un conjunto de preguntas para el diseño de la entrevista semiestructurada que se considera realizar en breve a algunos estudiantes para complementar y profundizar el estudio. Por otro lado, se perfilaron las siguientes líneas de investigación, las que podrán ser abordadas de modo individual o agrupado, según se evalúe oportunamente:

1. Estudio sobre las concepciones docentes acerca del valor pedagógico de la IA: Indagar qué estatus epistemológico le asignan los docentes a la IA, cómo perciben su impacto en el aprendizaje y su posible integración curricular.
2. Investigación sobre las prácticas reales de enseñanza con IA en el aula: Estudio de casos de docentes que ya estén incorporando IA en clases de ciencias naturales para analizar enfoques, resistencias y efectos observados.

3. Diagnóstico de necesidades formativas docentes en torno a IA y educación científica. Relevar el nivel de alfabetización digital y pedagógica de los docentes en IA, así como sus demandas y expectativas para formarse en el tema.
4. Estudio de tensiones normativas e institucionales respecto al uso de IA en liceos públicos y privados. Comparar cómo las instituciones educativas establecen límites, normas y orientaciones sobre IA, y cómo estas impactan en la autonomía docente.
5. Análisis del rol de la IA en la mediación didáctica y evaluación en ciencias naturales. Explorar si y cómo los docentes utilizan la IA para diseñar actividades, hacer evaluaciones o personalizar el aprendizaje.

Referencias

1. Ceibal. Creación y evolución histórica (2024). Recuperado de: https://documentos.ceibal.edu.uy/portal/2023/02/38-1_Creacion-y-evolucion-historica-del-sujeto-obligado-conjuntamente-con-sus-cometidos.pdf [13 de marzo de 2025]
2. CEIBAL [en línea] https://ceibal.edu.uy/
3. Palos Rey, L., & Diez-Bosch, M. (2024). Inteligencia Artificial y Espíritu Crítico en la Enseñanza Media: Uso y Percepción de los Estudiantes de Bachillerato sobre el Chat GPT. *Revista Internacional de Humanidades, vol. 11, núm. 2, 2024*.
4. Alpizar Garrido, L. O., & Martínez Ruiz, H. (2024). Perspectiva de estudiantes de nivel medio superior respecto al uso de la inteligencia artificial generativa en su aprendizaje. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *14*(28).
5. Morduchowicz, R en UNESCO (2024). Educar en la era de la inteligencia artificial [en línea] Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000392040 [13 de marzo de 2025]
6. Araújo Avelino, M. C. (2018). *Currículo y Enseñanza. Concepciones y prácticas docentes en la enseñanza de Física del bachillerato uruguayo actual: un estudio a partir de docentes del departamento de Colonia.* (Tesis de Maestría en Educación Sociedad y Política). FLACSO, Montevideo. Recuperado de: http://repositorio.cfe.edu.uy/handle/123456789/1054 [13 de marzo de 2025]
7. Ballesta Wolmark, M. (2018). *Alfabetización científica desde la perspectiva de las y los docentes de Física en Uruguay. Un estudio en Primer Año de Bachillerato de Enseñanza Secundaria.* (Tesis de Maestría en Educación, Sociedad y Política). FLACSO, Montevideo. Recuperado de: https://repositorio.cfe.edu.uy/handle/123456789/1236 [13 de marzo de 2025]
8. Sánchez Rodríguez, A. N., Martínez Romero, M. E., Rodríguez Agreda, C. J., Romero Saldarriaga, J. G., & Romero Saldarriaga, M. A. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en las prácticas educativas: Percepciones y actitudes del profesorado. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, *5*(2), 1038 – 1055.
9. ANEP (2024). La inteligencia artificial en educación. Recuperado de: https://www.anep.edu.uy/sites/default/files/images/2024/noticias/julio/240709/Documento%20IA.pdf [13 de marzo de 2025]
10. Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis* (5ª ed.). Ediciones de la U

El uso de inteligencia artificial en la ciencia ciudadana: Herramientas digitales para la educación científica y la participación colaborativa

Edwin Gerardo Acuña Acuña Acuña[1]

[1] Departamento de Ingenieráis. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (Costa Rica)
edwacuac@gmail.com ; eacunaa711@ulacit.ed.cr

Resumen. En la era digital, la inteligencia artificial (IA) ha cambiando la educación científica y la ciencia ciudadana, haciendo que sea más fácil acceder, colaborar y analizar grandes cantidades de datos. Este estudio analiza cómo las herramientas de IA pueden mejorar la enseñanza de la ciencia y aumentar la participación de la comunidad en proyectos de investigación. Se estudian plataformas digitales que usan algoritmos de aprendizaje automático para procesar datos recolectados por ciudadanos, lo que ayuda a hacer descubrimientos en temas como biodiversidad, astronomía y cambio climático. También se estudia cómo la IA ayuda a personalizar el aprendizaje y a automatizar tareas científicas. Se discuten los problemas éticos y de métodos que aparecen en este contexto, como la validez de los datos y la igualdad en el acceso a la tecnología. Este trabajo presenta una visión completa sobre la conexión entre IA, educación y participación ciudadana, subrayando su efecto en la democratización del conocimiento científico.

Palabras clave: Inteligencia artificial, educación científica, ciencia ciudadana, aprendizaje automático, democratización del conocimiento.

1. Introducción

En la era digital, la educación científica enfrenta retos y oportunidades únicos. La incorporación de nuevas tecnologías ha cambiado la manera en que se obtiene, se maneja y se crea el conocimiento. En este contexto, la ciencia ciudadana se ha vuelto importante como una manera nueva de invitar al público a participar en proyectos científicos, permitiendo que personas sin formación específica ayuden activamente en la recolección y análisis de datos [1, 2]. Este modelo se ha usado mucho en áreas como la biodiversidad, la meteorología y la astronomía. Ha conseguido resultados importantes en la creación de grandes cantidades de datos y en hacer que la gente se interese por problemas científicos que son relevantes para el mundo [3]. Al mismo tiempo, la inteligencia artificial (IA) se ha vuelto una herramienta clave en muchos campos, transformando los procesos de enseñanza-aprendizaje, el análisis de datos y la toma de decisiones [4]. El uso de la IA en la educación científica ha hecho posible personalizar la enseñanza, crear modelos de aprendizaje que se adaptan a cada estudiante y mejorar la evaluación del rendimiento de los alumnos [5]. A la vez, su uso

en la ciencia ciudadana ha facilitado el manejo de grandes cantidades de datos, identificando patrones con más precisión y disminuyendo el margen de error en la clasificación de información recogida por ciudadanos [6]. Sin embargo, la unión de la IA, la educación científica y la ciencia ciudadana presenta desafíos en métodos, ética y tecnología que necesitan un análisis detallado. Primero, la calidad y la confianza en los datos producidos en plataformas de ciencia ciudadana es un tema discutido, porque la participación voluntaria puede generar sesgos o errores en la recogida de información [7]. En este sentido, la IA puede ser muy importante para validar datos usando algoritmos de aprendizaje automático que encuentran errores y mejoran la exactitud de los resultados.

Por otro lado, la implementación de IA en la educación genera preguntas sobre si todos tienen el mismo acceso a estas tecnologías. En algunos países, se han creado programas de IA en la educación para ayudar a aprender ciencias, pero en áreas con poco acceso a tecnología, siguen existiendo brechas digitales que reducen el efecto de estas herramientas [8]. La alfabetización en IA y la educación en pensamiento crítico son fundamentales para que estudiantes y ciudadanos entiendan las posibilidades y limitaciones de esta tecnología. Esto ayuda a que su uso no se reduzca a una simple herramienta, sin una buena comprensión de cómo funciona y de sus posibles sesgos [9].

También es importante tener en cuenta los aspectos éticos y de privacidad que surgen al usar IA en la ciencia ciudadana y en la educación científica. La recolección de datos a gran escala genera preocupaciones sobre la privacidad de la información personal y la claridad en cómo se utilizan esos datos para investigación [10]. Es crucial establecer reglas que regulen el uso de IA en estas áreas para asegurar que se cumplan principios de igualdad, transparencia y protección de datos. Con esta situación, aparece una pregunta importante: ¿Cómo puede la inteligencia artificial mejorar la educación científica y apoyar la ciencia ciudadana en la era digital? El objetivo de este estudio es analizar cómo la IA afecta estas áreas, buscando oportunidades, desafíos y las mejores maneras de implementarla. Se quiere crear un método completo que use la IA para hacer que el conocimiento científico sea más accesible, aumentar la precisión en la ciencia ciudadana y mejorar la educación en inteligencia artificial. Esto ayudará a formar una sociedad más informada y activa en la creación del conocimiento científico.

2. Contextualización teórica

La transformación digital ha cambiado cómo se produce, comparte y se accede al conocimiento en la sociedad de hoy. En este contexto, la educación científica ha mejorado gracias al uso de nuevas tecnologías, lo que hace más fácil el aprendizaje interactivo y el acceso a mucha información [11]. Estas innovaciones han fomentado la participación de diferentes actores en el proceso de creación de conocimiento, lo que ha llevado a enfoques colaborativos como la ciencia ciudadana, que permite a la sociedad civil participar activamente en investigaciones científicas [12]. La ciencia ciudadana se basa en que los ciudadanos pueden ayudar a recoger y analizar datos en diferentes áreas, como la biología y la astronomía. Su desarrollo ha sido impulsado por plataformas digitales que ayudan a conectar a investigadores con voluntarios. Esto ha permitido crear grandes bases de datos y mejorar la comprensión de fenómenos

científicos [13]. No obstante, verificar los datos generados en estos proyectos sigue siendo un reto, pues las diferencias en la precisión y confiabilidad de las aportaciones pueden influir en la calidad de los resultados [11].

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) se ha vuelto un recurso importante para mejorar los procesos de análisis y validación de datos en la ciencia ciudadana. Usando algoritmos de aprendizaje automático, la IA puede encontrar patrones, corregir errores y aumentar la precisión de los datos que los ciudadanos proporcionan, lo que ayuda en la integración de estos datos en investigaciones importantes [6]. En el campo de la educación, la IA ha demostrado ser útil para hacer que el aprendizaje sea más personal, ajustando los contenidos y métodos a las necesidades de cada estudiante [14].

La unión de la IA y la ciencia ciudadana ha llevado a la creación de modelos predictivos más avanzados. Por ejemplo, en el monitoreo del medio ambiente, la IA se ha usado para analizar imágenes de satélites y datos geoespaciales recogidos por personas, lo que ayuda a detectar de manera más precisa el cambio climático y la pérdida de biodiversidad [15]. En el campo de la salud, la IA ha mejorado el análisis de grandes cantidades de datos de iniciativas ciudadanas, ayudando a detectar enfermedades y tendencias epidemiológicas de manera temprana [16]. Sin embargo, la inclusión de IA en la educación científica y la ciencia ciudadana presenta varios desafíos. Se han encontrado preocupaciones sobre el sesgo en los algoritmos, la privacidad de los datos y el acceso a estas tecnologías, lo que podría causar desigualdades en la participación y el acceso al conocimiento científico (Simons et al., 2020). Además, el uso de la IA en estos procesos genera preguntas sobre la importancia del pensamiento crítico y la habilidad de las personas para entender y cuestionar los resultados que ofrecen estas tecnologías [17].

Para enfrentar estos problemas, es importante crear estrategias que fomenten el aprendizaje sobre inteligencia artificial, ayudando a estudiantes y ciudadanos a entender cómo funciona y cuáles son sus implicaciones éticas. La educación en IA no solo debe centrarse en usar herramientas digitales, sino también en desarrollar habilidades para evaluar la calidad de los datos, entender modelos predictivos y cuestionar el efecto social de estas tecnologías [18]. Este estudio se enfoca en cómo la inteligencia artificial puede mejorar la educación científica y apoyar la ciencia ciudadana en la era digital, analizando sus usos, beneficios y retos. Se quiere presentar un enfoque completo que ayude a usar el potencial de la IA para hacer más precisa la ciencia ciudadana, facilitar el acceso a la educación científica y promover una participación más crítica y reflexiva en la creación de conocimiento.

3. Metodología

El estudio utiliza un método mixto, que mezcla análisis cualitativos y cuantitativos para evaluar el efecto de la inteligencia artificial (IA) en la educación científica y la ciencia ciudadana. Se utilizarán métodos de revisión sistemática de literatura, encuestas a maestros y ciudadanos, y entrevistas a expertos en IA y educación.

3.1. Diseño de la Investigación

El diseño metodológico del estudio se estructura bajo los siguientes principios:

Tabla 1. Diseño metodológico del estudio

Dimensión	*Descripción*
Enfoque	Mixto (cualitativo y cuantitativo).
diseño	Exploratorio y descriptivo.
métodos	Revisión sistemática de literatura, análisis de datos, entrevistas semiestructuradas.
Ámbito	Educación científica y ciencia ciudadana en la era digital.
participantes	Expertos en IA, docentes y ciudadanos participantes en proyectos de ciencia ciudadana.
Instrumentos	Bases de datos bibliográficas, software de análisis cualitativo, encuestas en línea.

Esta estructura metodológica permite obtener información robusta desde múltiples perspectivas, asegurando una comprensión integral del impacto de la IA en estos campos.

3.2. Fases de la Investigación

El proceso de investigación se desarrollará en cuatro fases, permitiendo un análisis progresivo de la información.

Tabla 2. Fases del estudio y su desarrollo

Fase	*Descripción*	*Métodos e instrumentos*	*Resultados esperados*
1. Revisión de literatura	Análisis de estudios previos sobre IA en educación científica y ciencia ciudadana.	Búsqueda en bases de datos (Scopus, WoS), análisis bibliométrico.	Marco teórico consolidado con tendencias y brechas de investigación.
2. Recopilación de datos	Obtención de información cualitativa y cuantitativa.	Encuestas en línea a docentes y ciudadanos; entrevistas a expertos en IA.	Datos estructurados sobre el impacto de la IA en estos campos.
3. Análisis e interpretación	Procesamiento de la información obtenida.	Software de análisis cualitativo (NVivo), análisis estadístico descriptivo.	Identificación de patrones en el uso de IA en ciencia ciudadana.
4. Conclusiones y recomendaciones	Propuestas para la integración efectiva de IA en estos ámbitos.	Síntesis de hallazgos, validación con expertos.	Estrategias concretas para mejorar la implementación de IA en educación científica y ciencia ciudadana.

Este enfoque secuencial garantiza que cada fase contribuya de manera estructurada al desarrollo del estudio, proporcionando resultados progresivos y fundamentados.

3.3. Criterios de selección de la muestra

La elección de los participantes se hará siguiendo criterios claros que ya se han definido, para asegurar la validez interna y la fiabilidad de los resultados. Estos criterios se enfocarán en garantizar que el perfil de las personas sea adecuado para los objetivos del estudio. Se tomarán en cuenta aspectos como la experiencia, el conocimiento sobre el

tema y su conexión con el contexto educativo o institucional que se está analizando. Este proceso ayudará a tener una muestra que sea representativa y adecuada, lo que mejorará la calidad del método y la interpretación precisa de los resultados.

Tabla 3. Criterios de selección de la muestra

Categoría	***Criterios de Inclusión***	***Criterios de Exclusión***
Expertos en IA	Profesionales con experiencia en aplicaciones de IA en educación o ciencia ciudadana.	Expertos sin publicaciones o experiencia en el campo.
Docentes	Profesores universitarios con experiencia en educación científica y uso de tecnología.	Docentes sin experiencia en integración de IA en sus cursos.
Ciudadanos	Participantes en proyectos de ciencia ciudadana con recolección de datos.	Personas sin experiencia previa en proyectos científicos colaborativos.

Esta selección garantiza que los participantes tengan un conocimiento significativo sobre el tema, evitando sesgos derivados de la falta de experiencia en IA y educación científica.

3.4. Técnicas de análisis de datos

Se emplearán diversas herramientas de análisis para interpretar los datos de manera rigurosa.

Tabla 4. Técnicas de análisis de datos

Técnica	Descripción
Análisis bibliométrico	Identificación de tendencias y vacíos en la literatura sobre IA y ciencia ciudadana.
estadística descriptiva	Análisis de encuestas para determinar percepción y uso de IA en educación científica.
análisis de contenido	Categorización de respuestas en entrevistas mediante software NVivo.
Triangulación de datos	Validación cruzada entre fuentes cuantitativas y cualitativas.

Análisis: Las técnicas usadas en el estudio permiten hacer un análisis completo y comparativo, ayudando a cruzar datos de distintas fuentes, como encuestas, entrevistas y revisión de literatura. Esta estrategia metodológica ayuda a validar de manera más sólida la conexión entre la inteligencia artificial, la educación científica y la ciencia ciudadana. Lo hace al examinar el fenómeno desde diferentes ángulos y mejorar la interpretación de los resultados según la coherencia y convergencia de la información recopilada.

3.5. Instrumentos de Recolección de Datos

Los datos se recopilarán a través de múltiples instrumentos diseñados para obtener información tanto estructurada como subjetiva.

Tabla 5. Instrumentos de recolección de datos

Instrumento	Descripción	Población objetivo
Revisión sistemática de literatura	Análisis de artículos y tendencias en IA aplicada a educación y ciencia ciudadana.	Bases de datos científicas (Scopus, WoS, IEEE).
Encuestas en línea	Cuestionario estructurado sobre percepción y uso de IA en educación científica.	Docentes y ciudadanos participantes en ciencia ciudadana.
Entrevistas semiestructuradas	Conversaciones con expertos en IA y educación para obtener información cualitativa.	Profesionales con experiencia en IA aplicada a educación.

Esta combinación de herramientas permite recopilar información tanto numérica como descriptiva, garantizando una visión completa del fenómeno analizado. El diseño del estudio permite evaluar de manera cuidadosa y desde diferentes ángulos cómo la inteligencia artificial puede mejorar la educación científica y apoyar la ciencia ciudadana. Al combinar métodos cuantitativos y cualitativos, se logra una comprensión completa del fenómeno, lo que ayuda a crear estrategias útiles y basadas en evidencia para aplicarlas de manera efectiva en la era digital.

4. Resultados

El estudio analizó cómo afecta la inteligencia artificial (IA) a la educación científica y la ciencia ciudadana, utilizando datos de encuestas, entrevistas y una revisión sistemática de la literatura. Esta triangulación metodológica propone un enfoque teórico y práctico sólido, que permite estudiar el fenómeno desde diferentes ángulos y mejora la comprensión del papel creciente de la IA en la educación. No obstante, a pesar de que el diseño de la investigación es sólido, los resultados son más generales y descriptivos. No ofrecen un análisis detallado que permita ver claramente cómo se pueden aplicar las propuestas en instituciones específicas. La falta de estudios de caso o pruebas iniciales dificulta replicar los resultados en otros entornos educativos o expandir las iniciativas mencionadas.

En este sentido, el artículo se presenta más como una propuesta que puede unir ideas con gran potencial que como una contribución nueva con resultados comprobables. Su importancia está en la organización de ideas y en la creación de nuevas áreas de estudio, más que en probar de manera concreta sus impactos. A continuación, se muestran los resultados organizados según los objetivos específicos de la investigación. Luego, hay una discusión crítica que los relaciona con hallazgos anteriores, lo que permite identificar coincidencias, áreas que necesitan más investigación y oportunidades para futuros estudios.

4.1. Percepción sobre el uso de IA en educación científica

Los docentes encuestados expresaron que ven mucha utilidad en la inteligencia artificial (IA) para adaptar el aprendizaje y mejorar la educación. Sin embargo, también dijeron que estaban muy preocupados por la poca formación que hay sobre cómo usar estas tecnologías en la enseñanza, y por la poca integración de la IA en los programas educativos actuales. Estas opiniones muestran que hay una disposición para aceptar el

cambio tecnológico, pero también indican que se necesitan políticas de formación y programas educativos que apoyen esta transformación de manera adecuada.

Tabla 6. Percepción de los docentes sobre la IA en educación científica

Aspecto Evaluado	Muy Bajo (%)	Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)	Muy Alto (%)
Mejora en la personalización del aprendizaje	2%	5%	20%	45%	28%
Reducción de sesgos en la evaluación	3%	10%	30%	37%	20%
Necesidad de mayor capacitación docente	1%	3%	15%	40%	41%
Implementación en currículos actuales	5%	12%	35%	30%	18%

Estos resultados confirman estudios previos que destacan la IA como una herramienta clave para la personalización del aprendizaje y la evaluación objetiva [19]. Sin embargo, la falta de capacitación sigue siendo una barrera para su adopción, alineándose con lo identificado por [20].

4.2. Impacto de la IA en ciencia ciudadana

Los ciudadanos encuestados resaltaron el impacto positivo de la IA en la eficiencia del análisis de datos, pero señalaron barreras de accesibilidad tecnológica y transparencia en los modelos utilizados.

Tabla 7. Beneficios y desafíos de la IA en la ciencia ciudadana

Factor	Beneficio (%)	Desafío (%)
Automatización del análisis de datos	78%	22%
Mayor precisión en la validación de datos	82%	18%
Reducción del tiempo de procesamiento	75%	25%
Barreras de acceso a tecnología avanzada	40%	60%
Necesidad de mayor transparencia en algoritmos	35%	65%

La IA mejora la eficiencia en la ciencia ciudadana, pero la accesibilidad y la transparencia en los modelos siguen siendo retos [21]. Investigaciones previas han señalado la importancia de desarrollar herramientas más inclusivas y abiertas [22].

4.3. Aplicaciones más efectivas de IA en educación y ciencia ciudadana

El análisis de casos mostró que la IA ha sido más útil en automatizar el análisis de datos, personalizar el aprendizaje y ayudar en la recolección de información en ciencia ciudadana.

Tabla 8. Aplicaciones exitosas de IA en educación científica y ciencia ciudadana

Aplicación	Impacto en educación científica	Impacto en ciencia ciudadana
Chatbots educativos	Mejora la interacción y personalización del aprendizaje.	Facilita la guía en la recopilación de datos en proyectos ciudadanos.
Algoritmos de aprendizaje automático	Personaliza la enseñanza y adapta materiales educativos.	Permite la validación automática de datos ciudadanos.
Visión por computadora	Apoya en el análisis de gráficos y modelos científicos.	Identifica especies en estudios de biodiversidad.
Análisis de sentimientos en textos	Evalúa la comprensión de conceptos científicos.	Detecta patrones en publicaciones científicas de ciudadanos.

Estos resultados confirman que la inteligencia artificial tiene usos prácticos y eficaces en la educación y en la ciencia ciudadana. Se destaca su habilidad para mejorar el manejo de grandes cantidades de datos y ajustar los métodos de enseñanza y aprendizaje a las necesidades de cada usuario. Investigaciones anteriores han destacado estos usos como aspectos importantes para mejorar la calidad, la eficiencia y la personalización de los proyectos educativos y científicos. Esto coloca a la IA como una herramienta clave para desarrollar métodos innovadores que se centran en el usuario.

5. Conclusiones

La inteligencia artificial (IA) se presenta como una herramienta que puede cambiar y mejorar la enseñanza y el aprendizaje en la educación científica. También puede ayudar a que la gente participe más en la creación y análisis de datos en proyectos de ciencia ciudadana. Su habilidad para adaptar las experiencias de aprendizaje, automatizar la verificación de datos, detectar patrones en grandes cantidades de información y hacer el procesamiento de evidencias científicas más eficiente ofrece una gran oportunidad para crear sistemas educativos más inclusivos, adaptables y centrados en el estudiante.

Sin embargo, los resultados de este estudio deben ser tomados con precaución. Aunque la investigación tiene un enfoque teórico y metodológico fuerte, se basa principalmente en información que las personas reportan sobre sí mismas y en análisis generales. No cuenta con un componente empírico sólido que permita confirmar que sus propuestas funcionan en diferentes contextos institucionales. Esta limitación disminuye la capacidad de aplicar los resultados a otras situaciones y resalta la necesidad de realizar estudios adicionales que incluyan diseños experimentales, estudios de caso comparativos o proyectos piloto para medir el impacto real de la IA en entornos educativos específicos.

También se deben reconocer las barreras estructurales y éticas que necesitan ser tratadas de inmediato. Entre ellas se destacan: la falta de capacitación adecuada para los docentes en el uso de tecnologías de IA en la enseñanza; la continuación de sesgos en los algoritmos que pueden aumentar desigualdades ya existentes; la brecha digital que impide a grupos vulnerables acceder a estas herramientas; y la falta de claridad en los procesos de decisiones automáticas, lo que puede afectar la confianza en estas tecnologías.

Para lograr un gran impacto positivo de la IA en la educación científica y la ciencia ciudadana, es clave tener una visión crítica y futura. Esto significa crear y poner en marcha programas de formación continua en alfabetización digital y ética de la IA para profesores y estudiantes. También implica establecer reglas claras y adaptables que regulen su uso en las escuelas, protegiendo los datos y derechos de los usuarios. Además, se debe promover el diseño de algoritmos que sean fáciles de entender y revisar, para reducir el riesgo de sesgos. Por último, es importante garantizar que las tecnologías desarrolladas sean accesibles, inclusivas y adecuadas a cada cultura.

Se sugiere que futuras investigaciones vayan más allá del enfoque descriptivo actual y se enfoquen en modelos de análisis más prácticos, comparativos y a largo plazo. Esto ayudará no solo a evaluar el impacto de la IA, sino también a identificar buenas prácticas y condiciones necesarias para su integración sostenible en los sistemas educativos y científicos. Solo mediante una adopción crítica, contextual y ética se podrá

asegurar que la inteligencia artificial ayude a democratizar el conocimiento, fortalecer la participación de los ciudadanos y fomentar una educación más justa, innovadora y resistente.

6. Referencias

[1] D. Aboagye-Darko and P. Mkhize, "Unearthing the determinants of digital innovation adoption in the agricultural sector: The role of food security awareness and agricultural experience," *Heliyon*, vol. 11, no. 1, p. e41695, Jan 15 2025, doi: 10.1016/j.heliyon.2025.e41695.

[2] P. V. DiStefano, J. D. Patterson, and R. E. Beaty, "Evaluating overinclusive thinking: Development and validation of the Categorical Overinclusive Thinking Task (COverTT)," *Thinking Skills and Creativity*, vol. 56, 2025, doi: 10.1016/j.tsc.2024.101726.

[3] F. Bie, L. Zhou, S. Liu, and T. Yang, "Government digital transformation, resource curse and green total factor energy efficiency in Chinese cities," *Resources Policy*, vol. 92, 2024, doi: 10.1016/j.resourpol.2024.105002.

[4] L. Rodrigo, M. Palacios, A. Martínez-Corral, and J. Tafur, "Virtual virtuous cycles. Mapping value structure in digital platforms and online communities realms," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 211, 2025, doi: 10.1016/j.techfore.2024.123913.

[5] F. Yang, R. Yao, Y. Ren, and L. Guo, "Harmony in diversity: Digital literacy research in a multidisciplinary landscape," *Computers & Education*, vol. 230, 2025, doi: 10.1016/j.compedu.2025.105265.

[6] F. C. Solaz, V. S. Moya, and S. R. Navarrete, "The digital divide in social entrepreneurship: A bibliometric analysis," *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, vol. 4, no. 1, 2025, doi: 10.1016/j.stae.2024.100095.

[7] I. T. Sanusi, S. A. Olaleye, F. J. Agbo, and T. K. F. Chiu, "The role of learners' competencies in artificial intelligence education," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 3, 2022, doi: 10.1016/j.caeai.2022.100098.

[8] D. Jaber, H. E. Hasan, R. Abutaima, H. M. Sawan, and S. Al Tabbah, "The impact of artificial intelligence on the knowledge, attitude, and practice of pharmacists across diverse settings: A cross-sectional study," *Int J Med Inform*, vol. 192, p. 105656, Dec 2024, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2024.105656.

[9] L. Markauskaite *et al.*, "Rethinking the entwinement between artificial intelligence and human learning: What capabilities do learners need for a world with AI?," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 3, 2022, doi: 10.1016/j.caeai.2022.100056.

[10] P. Tangwaragorn *et al.*, "Analyzing key drivers of digital transformation: A review and framework," *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 42, 2024, doi: 10.1016/j.jii.2024.100680.

[11] R. K. Sinha, R. Kumar, S. S. Phartyal, and P. Sharma, "Interventions of citizen science for mitigation and management of plastic pollution: Understanding sustainable development goals, policies, and regulations," *Sci Total Environ*, vol. 955, p. 176621, Dec 10 2024, doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.176621.

[12] C. Xiong, Y. Wang, Z. Wu, and F. Liu, "What drives the development of digital rural life in China?," *Heliyon*, vol. 10, no. 22, p. e39511, Nov 30 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e39511.

[13] Y. Zhao, A. M. Pinto Llorente, and M. C. Sanchez Gomez, "Digital competence in higher education research: A systematic literature review," *Comput Educ*, vol. 168, p. 104212, Jul 2021, doi: 10.1016/j.compedu.2021.104212.

[14] J. Torrent-Sellens, "Digital transition, data-and-tasks crowd-based economy, and the shared social progress: Unveiling a new political economy from a European perspective," *Technology in Society*, vol. 79, 2024, doi: 10.1016/j.techsoc.2024.102739.

[15] J. Tridgell, "Open or closing doors? The influence of 'digital sovereignty' in the EU's Cybersecurity Strategy on cybersecurity of open-source software," *Computer Law & Security Review*, vol. 56, 2025, doi: 10.1016/j.clsr.2024.106078.

[16] I. H. Yue Yim, "A critical review of teaching and learning artificial intelligence (AI) literacy: Developing an intelligence-based AI literacy framework for primary school education," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 7, 2024, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100319.

[17] M. Chen *et al.*, "Artificial intelligence and visual analytics in geographical space and cyberspace: Research opportunities and challenges," *Earth-Science Reviews*, vol. 241, 2023, doi: 10.1016/j.earscirev.2023.104438.

[18] T. K. F. Chiu, Z. Ahmad, M. Ismailov, and I. T. Sanusi, "What are artificial intelligence literacy and competency? A comprehensive framework to support them," *Computers and Education Open*, vol. 6, 2024, doi: 10.1016/j.caeo.2024.100171.

[19] C. Covucci, M. G. Confetto, A. Ključnikov, and M. Panait, "Unrevealing the nexus between digital sustainability and corporate digital responsibility: A dual-track systematic literature review towards a framework of corporate digital sustainability," *Technology in Society*, vol. 79, 2024, doi: 10.1016/j.techsoc.2024.102743.

[20] E. Han, P. Wang, C. DeVeaux, G. M. Harari, and J. N. Bailenson, "Understanding the role of virtual mobility on how and what people create in virtual reality," *Thinking Skills and Creativity*, vol. 56, 2025, doi: 10.1016/j.tsc.2024.101699.

[21] Y.-L. Lin and W.-T. Wang, "The influences of virtual-reality- and animation-supported gamified learning processes on students' learning achievement and behavioral intention in retailing management courses," *The International Journal of Management Education*, vol. 22, no. 3, 2024, doi: 10.1016/j.ijme.2024.101047.

[22] S. M. Ghouse, D. Barber Iii, and K. Alipour, "Shaping the future Entrepreneurs: Influence of human capital and self-efficacy on entrepreneurial intentions of rural students," *The International Journal of Management Education*, vol. 22, no. 3, 2024, doi: 10.1016/j.ijme.2024.101035.

Enseñanza de la cantidad de sustancia a través del modelaje e indagación: una propuesta de trabajo práctico con simulación digital e inteligencia artificial

Sandra Angélica Benítez Reyes[1], Flor de María Reyes Cárdenas[1]

[1] Facultad de Química, UNAM (México)
sandrabr3@gmail.com; fmreyes@unam.mx

Resumen. La enseñanza de la cantidad de sustancia y el mol suele centrarse en sus usos operativos y aplicativos, dejando de lado su construcción conceptual y su relevancia en la química y su historia. En esta propuesta didáctica, se plantea una estrategia basada en el modelaje y la indagación para que los estudiantes construyan una definición de la cantidad de sustancia y su relación con otras magnitudes físicas. La actividad central consiste en desarrollar un modelo matemático para calcular la constante de Avogadro a partir de datos experimentales obtenidos mediante un simulador digital. Se incorpora la inteligencia artificial, utilizando ChatGPT, para evaluar la consistencia y aplicabilidad de los modelos propuestos por los estudiantes. La propuesta busca fomentar el pensamiento científico a través del modelaje y la validación empírica con tecnología avanzada.

Palabras clave: Modelización, cantidad de sustancia, didáctica de la química, herramientas digitales.

1. Introducción

El concepto de cantidad de sustancia y el mol son fundamentales en química, pero su enseñanza en el nivel medio superior suele enfocarse en su uso algorítmico en cálculos estequiométricos, sin abordar su significado profundo ni su importancia en la construcción del conocimiento científico. Diversos estudios han señalado la necesidad de enfoques alternativos que permitan a los estudiantes comprender el mol como una magnitud con bases experimentales y teóricas [1], [2], [3].

El modelaje es una estrategia didáctica que favorece el aprendizaje significativo al permitir la construcción, revisión y validación de representaciones científicas [4]. En este contexto, se propone una secuencia de enseñanza y aprendizaje en la que los estudiantes desarrollan un modelo matemático para calcular la constante de Avogadro (N_A) a partir de datos de masa y volumen obtenidos mediante un simulador digital. La innovación de esta propuesta radica en la integración de inteligencia artificial (IA), específicamente ChatGPT, para que los estudiantes validen la consistencia de su modelo con diferentes datos, con la posibilidad de recibir retroalimentación automatizada.

En este artículo se presenta el diseño de esta propuesta enfocada en la enseñanza de la cantidad de sustancia y su unidad, el mol, con un abordaje basado en modelos y en la indagación, incorporando herramientas de IA para fortalecer el proceso de aprendizaje.

2. Objetivos

El propósito de este trabajo es presentar una propuesta didáctica innovadora para la enseñanza de la cantidad de sustancia y el mol, basada en el modelaje, la indagación y el uso de herramientas digitales. Así, se busca desarrollar una estrategia de enseñanza que:

- Promueva la construcción de significados sobre la cantidad de sustancia a través del trabajo práctico y el modelaje.
- Incorpore herramientas digitales, incluyendo un simulador y un asistente de inteligencia artificial, para apoyar la validación de modelos matemáticos en el aula.
- Fomente el análisis crítico y la argumentación científica en los estudiantes mediante la comprobación y ajuste de sus modelos con apoyo de tecnología.

3. Propuesta didáctica

El diseño de esta propuesta didáctica surge de un análisis integral del concepto de cantidad de sustancia, incorporando tanto su importancia científica como los desafíos didácticos asociados a su enseñanza. Desde el punto de vista científico, la cantidad de sustancia es una magnitud fundamental en el Sistema Internacional de Unidades (SI),

cuya definición fue actualizada en 2019 con base en la constante de Avogadro. Este cambio representa un avance en la metrología química y en la precisión de las mediciones, al vincular el mol con una constante física invariable en lugar de una referencia material [5], [6].

Históricamente, la enseñanza de la cantidad de sustancia ha estado marcada por confusiones conceptuales que derivan en la falta de una distinción clara entre los términos cantidad de sustancia, mol y constante de Avogadro [3], [6], [7], [8]. Diversos estudios han identificado que muchos estudiantes interpretan erróneamente el mol como una cantidad fija de partículas, sin comprender su relación con la constante de Avogadro ni su papel como unidad de medida [1], [9], [10]. Estas concepciones alternativas pueden deberse a enfoques didácticos que priorizan el uso del mol en cálculos estequiométricos sin una adecuada introducción a su significado físico y a su desarrollo histórico [1], [2], [3].

Para abordar estas dificultades, la presente propuesta didáctica se estructura en torno al modelaje y la indagación, permitiendo que los estudiantes desarrollen una comprensión más profunda del concepto. A través de un trabajo práctico, los estudiantes diseñan un modelo matemático para calcular la constante de Avogadro utilizando datos obtenidos a partir de un simulador digital. Este enfoque no solo refuerza la relación entre la cantidad de sustancia y otras magnitudes físicas, sino que también sitúa la actividad dentro del contexto de la redefinición del mol en 2019, brindando una perspectiva histórica del concepto. Además, se incorpora el uso de inteligencia artificial como herramienta de verificación, lo que permite a los estudiantes evaluar sus modelos con diferentes valores experimentales y fortalecer sus habilidades analíticas.

4. Resultados

El presente trabajo se presenta como una propuesta didáctica basada en una actividad previamente diseñada y puesta en práctica, cuyos resultados se encuentran en proceso de evaluación. Los hallazgos preliminares de dicha implementación han sido alentadores, ya que dan cuenta del desarrollo de habilidades científicas fundamentales, como la identificación y articulación de relaciones entre distintas magnitudes y unidades, lo cual ha derivado en la formulación de modelos matemáticos coherentes y pertinentes al fenómeno estudiado y favorece la construcción de significados. Algunas de estas evidencias se muestran en la fig. 1.

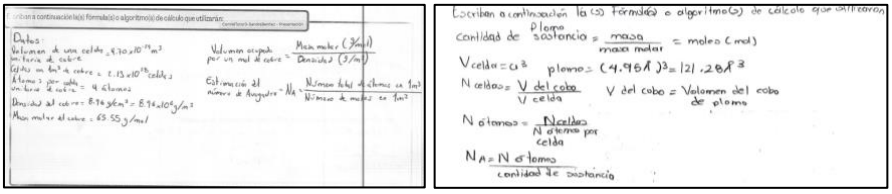


Fig. 1. Ejemplos de modelos matemáticos elaborados por dos equipos de estudiantes, en los que se aprecia una adecuada selección de variables, el establecimiento de relaciones cuantitativas entre distintas magnitudes y el uso coherente de unidades.

A partir de esta experiencia previa, se plantea una propuesta que amplía y complementa la actividad original mediante la incorporación de herramientas basadas en inteligencia artificial, respondiendo al interés por fortalecer la validación de modelos matemáticos construidos por el alumnado.

Como parte de esta propuesta, se diseñaron actividades estructuradas en hojas de trabajo que guían el proceso de modelaje y validación conceptual. La actividad se desarrolla en tres etapas:

1. Exploración y formulación del modelo inicial. Se presentan ejercicios y retos iniciales que orientan el análisis de la relación entre masa, volumen y número de partículas, con el fin de generar una primera propuesta de modelo matemático.
2. Retroalimentación y ajuste del modelo. Se revisan las primeras propuestas y se ofrece retroalimentación por parte del docente con base en las relaciones conceptuales y matemáticas establecidas.
3. Puesta en práctica y comprobación con herramientas digitales. Los modelos ajustados se prueban utilizando un simulador digital y se validan mediante una plataforma de inteligencia artificial (ChatGPT), que permite generar múltiples pruebas con valores distintos de masa y volumen para corroborar la consistencia del cálculo de la constante de Avogadro.

Este diseño responde a los hallazgos del análisis didáctico previo, ya que permite a los estudiantes identificar y corregir concepciones erróneas sobre el mol y la cantidad de sustancia. Además, la inclusión del contexto histórico fortalece la comprensión de la evolución del concepto y su importancia en la química actual. La incorporación de herramientas digitales no solo facilitará la validación de modelos, sino que también promueve el desarrollo de competencias científicas clave como la modelización y el análisis de datos.

5. Conclusiones

Esta propuesta didáctica busca superar dificultades comunes en la enseñanza de la cantidad de sustancia mediante el uso del modelaje, la indagación y la integración de herramientas digitales. Al contextualizar la actividad en la redefinición del mol en 2019, se ofrece a los estudiantes una visión más completa de la evolución del concepto, enfatizando su relevancia en la química moderna.

Desde un punto de vista didáctico, la estructura de la actividad permite que los estudiantes establezcan relaciones entre cantidad de sustancia, mol y constante de Avogadro, superando concepciones alternativas comunes. La validación de modelos a través de inteligencia artificial representa una innovación en la enseñanza de este tema, ya que permite generar múltiples pruebas automatizadas y propiciar el análisis crítico de los resultados.

En futuras implementaciones, se espera evaluar con mayor profundidad el impacto de esta estrategia en la comprensión de los estudiantes, así como explorar nuevas

aplicaciones de herramientas digitales para fortalecer la enseñanza de la química basada en modelos.

6. Referencias

[1] Azcona, R., Furió, C. y Guisasola, J. (2002). Algunas reflexiones sobre la magnitud "cantidad de sustancia" y su unidad el mol. Implicaciones para su enseñanza. Anales de La Read Sociedad Española de Química, 3, 30–33.

[2] Furió, C., Azcona, R. y Guisasola, J. (2000). Difficulties in teaching the concepts of "amount of sustance" and "mole." International Journal of Science Education, 22(12), 1285–1304.

[3] Padilla, K., Furió, C. y Azcona, R. ; (2005). Las visiones deformadas de la ciencia en la enseñanza universitaria de los conceptos de cantidad de sustancia y mol. Enseñanza de Las Ciencias, extra.

[4] Chamizo, J. A. (2006). Los modelos de la Química. Educación Química, 17(4), 476–482.

[5] The International System of Units (SI). (2019). Bureau International des Poids et Mesures.

[6] Chaspuengal, I. y Cabrera, H. (2021). Implicaciones en la enseñanza del mol: Aspectos derivados del análisis histórico de su redefinición. Revista Convergencia Educativa, 9, 73–100.

[7] Padilla, K., Ponce-de-León, A., Rembado, F. y Garritz, A. (2008). Undergraduate professors' pedagogical content knowledge: The case of "amount of substance." International Journal of Science Education, 30(10), 1389–1404.

[8] Barański, A. (2012). The atomic mass unit, the Avogadro constant, and the mole: A way to understanding. Journal of Chemical Education, 89(1), 97–102.

[9] Pekdağ, B. y Azizoğlu, N. (2013). Semantic mistakes and didactic difficulties in teaching the "amount of substance" concept: A useful model. Chemistry Education Research and Practice, 14(1), 117–129.

[10] Rees, S. y Bruce, M. (2022). Inconsistent Language Use in Online Resources Explaining the Mole Has Implications for Students' Understanding. *Journal of Chemical Education*, *99*(7), 2446–2450.

La enseñanza del péndulo simple mediante el uso de la realidad aumentada

Gilberto Castrejón[1], Miguel Olvera Aldana[1]

[1] CICATA, Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional (México)
gcastrejon@ipn.mx; molveraa@ipn.mx

Resumen. Se presenta una investigación en ciernes sobre la enseñanza del péndulo simple para estudiantes de ingeniería, utilizando la realidad aumentada (RA). En este sentido, a partir de un diagnóstico que permitió identificar el estilo de aprendizaje predominante en los estudiantes, se implementó una secuencia didáctica, enfocada a lograr una mejor comprensión de conceptos físicos como periodo, frecuencia, frecuencia angular, ángulos pequeños, etc., utilizando como herramienta una aplicación de RA con software libre, denominada APSRA. Se realizó una primera aplicación de la secuencia, para calibrar, identificando algunas deficiencias y áreas de mejora, lo que permitirá esperar una mejora en la comprensión conceptual de los estudiantes para una segunda aplicación, donde a su vez se aplicará un pre/pos Test para evaluar la ganancia conceptual. Entre otras conclusiones, se pudo observar el aumento en el interés de los estudiantes al usar tecnologías como la RA, para la comprensión de conceptos, en sus cursos de física.

Palabras clave: Enseñanza, estilo de aprendizaje, péndulo simple, realidad aumentada, comprensión conceptual.

1. Introducción

En general, se ha visto que el uso de herramientas tecnológicas puede contribuir a una mejor comprensión de los conceptos científicos, como es el caso específico de la realidad aumentada (RA) [1-9], ya que permite combinar simultáneamente información real y virtual. En este sentido, la presente investigación ha pretendido generar el interés de los estudiantes, en una escuela de ingeniería, mediante el uso de la RA para la enseñanza de conceptos físicos asociados al fenómeno del péndulo simple, con el objetivo de mejorar su comprensión conceptual, lo cual se verá materializado mediante el cálculo de la ganancia normalizada de Hake [10], [11], al aplicar un pre/pos Test RA en la implementación de una secuencia didáctica.

De acuerdo con lo anterior, se estableció una estrategia, la cual consistió en las siguientes etapas: 1. Diagnóstico. Se aplicó un Test (Test para determinar el Canal de Aprendizaje de preferencia, adaptado de Lynn O'Brien, ver apéndice 2) con el objetivo de identificar el estilo de aprendizaje predominante en los estudiantes, dando como resultado el estilo visual, de aquí que se optó por el uso de una herramienta tecnológica que atendiera a dicho estilo, la cual fue la RA; 2. Diseño de la aplicación de la RA. Esta

se diseñó con software libre, combinando Vuforia (para los marcadores) y Unity (para los gráficos); 3. Se diseñó e implementó una secuencia didáctica (en su etapa de calibración), teniendo como herramienta a la RA, la cual tiene como objetivo explicar los conceptos físicos vinculados al fenómeno del péndulo simple; 4. Pre/pos Test RA. Se diseñó un pre/pos Test, que consta de 10 ítems de opción múltiple cada uno, para medir la ganancia conceptual de los estudiantes, respecto a los conceptos físicos involucrados: periodo, frecuencia, frecuencia angular, ángulos pequeños, etc.

En la etapa presente de la investigación, al implementar la secuencia didáctica, no se aplicó formalmente el pre/pos Test RA, en sus dos fases (pre/pos), solo se ha considerado para calibrar e identificar deficiencias y áreas de mejora. Esta primera etapa también permitió corroborar el interés de los estudiantes por el uso de herramientas tecnológicas como la RA, en los procesos de enseñanza de sus cursos de física.

En lo que sigue, daremos sucintamente los fundamentos teóricos que sustentan nuestra investigación, posteriormente mencionaremos algunos aspectos metodológicos de esta, comentando a su vez los resultados preliminares, finalmente, daremos nuestras conclusiones, también preliminares. Se espera que, en una segunda etapa, ya se aplique formalmente el pre/pos Test RA, así como la secuencia didáctica, que consta de tres sesiones.

2. Marco teórico

El péndulo simple resulta ser es un fenómeno físico muy importante, dado que su estudio puede ayudar a entender cómo la Tierra gira sobre su propio eje, además de darnos pauta para comprender la fuerza de gravedad de nuestro planeta, entre otros. Se define al péndulo simple como el sistema físico que consta de un objeto de masa m suspendido mediante una cuerda ideal de longitud L, la cual, en el instante de tiempo t forma un ángulo θ con la vertical [12], [13], tal como se observa en la figura 1.

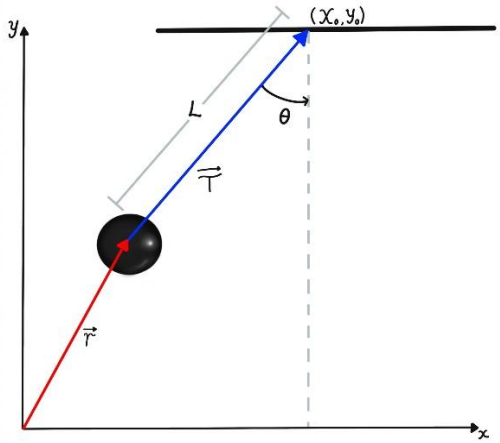


Fig. 1. El péndulo simple (creación propia).

De acuerdo con la figura, las coordenadas horizontal y vertical del objeto están dadas por las ecuaciones:

$$x = x_0 - Lsin\ \theta, \qquad (1)$$

$$y = y_0 - Lcos\ \theta, \qquad (2)$$

Con respecto al ángulo θ, se establece la convención para considerarlo positivo cuando yace a la izquierda de la vertical, y será considerado negativo cuando yace a la derecha de la vertical. Combinando las ecuaciones, pueden obtenerse las ecs. diferenciales:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} sin\ \theta, \qquad (3)$$

$$T = mL(\frac{d\theta}{dt})^2 + mgcos\ \theta. \qquad (4)$$

Donde T es la tensión, es decir, la fuerza con la que la cuerda tira de la masa m. Estas ecuaciones permiten determinar el ángulo θ para todo instante de tiempo t, a la vez del movimiento del objeto de masa m, de manera que cuando, a través de ellas se determine el ángulo θ, será posible conocer su posición para todo instante de tiempo t. El tipo de movimiento que describe el péndulo simple es oscilatorio, también conocido como "movimiento armónico". Dada la naturaleza de las ecuaciones, para obtener sus soluciones es necesario usar métodos de integración numérica. En este sentido, puede resultar complejo para los estudiantes, entender completamente el fenómeno y los conceptos implícitos, de aquí que el buscar formas alternativas de visualizar y entender este fenómeno físico llega a ser relevante, y la investigación ha considerado que la RA

constituye una excelente herramienta visual y tecnológica para lograr una mejor comprensión de los conceptos físicos.

2.1. Realidad Aumentada (RA)

La Realidad Aumentada es una tecnología a la par de la realidad virtual y la realidad mixta, que en su caso nos permite combinar un ambiente real con elementos virtuales, tales como objetos 3D, texto, entre otros [14]. Al ser la RA una tecnología que no reemplaza un entorno real, esta le permite al usuario observar cómo un entorno físico coexiste con objetos de un entorno virtual [15]. En el caso de la aplicación de RA que se diseñó, esta fue una combinación entre Vuforia (para los marcadores), a través de imágenes preestablecidas, que una vez visualizadas por medio de la cámara de un dispositivo móvil (Smartphone), da pauta a visualizar a su vez los contenidos virtuales sobrepuestos; y Unity (para los gráficos), con software libre. Esta aplicación se denominó APSRA. La aplicación se subió a la nube, y los estudiantes pudieron descargarla en la APP Store del sistema Android para Smartphones (ver apéndice 1). La aplicación APSRA contiene una interfaz donde el usuario puede ingresar parámetros como masa (m), longitud (L) de la cuerda y ángulo (θ). Para observar la simulación del péndulo simple, se enfoca la cámara del Smartphone sobre el marcador, y en la pantalla se puede observar al péndulo y su traza (ver figura 3). La aplicación APSRA contiene una interfaz donde el usuario puede ingresar parámetros como masa (m), longitud (L) de la cuerda y ángulo (θ). Para observar la simulación del péndulo simple, se enfoca la cámara del Smartphone sobre el marcador y en la pantalla se puede observar al péndulo y su traza, como se muestra en la figura 2.

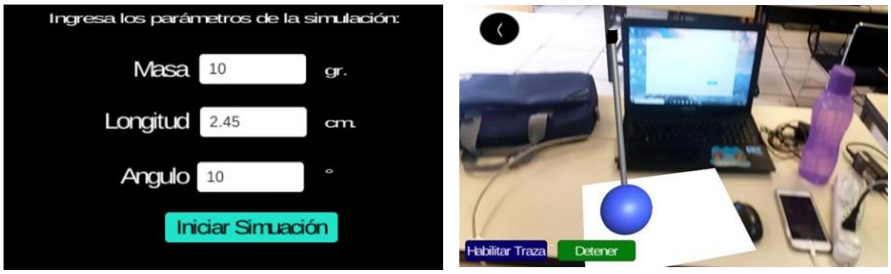


Figura 2. Interfaz de usuario para ingresar los parámetros de la simulación y simulación del movimiento del péndulo simple, sobre la traza.

2.2. Test de estilos de aprendizaje

Los estilos de aprendizaje son rasgos cognitivos, los cuales sirven como indicadores relativamente estables, sobre cómo los estudiantes realizan interacciones y responden a ciertos ambientes de aprendizaje [16]. Para identificar el canal predominante de los estudiantes se desarrolló e implementó una herramienta con el Test validado de Lynn O'Brien (ver apéndice 2), el cual se aplicó a un total de 126 estudiantes, que corresponde

a 5% de la población de una escuela de ingeniería de México. El canal predominante fue el visual (ver figura 3).

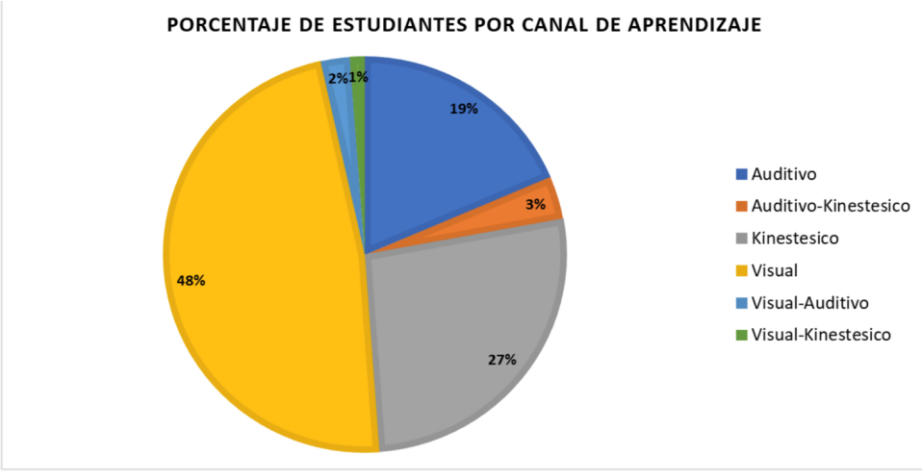


Figura 3. Porcentaje del estilo de aprendizaje predominante de los estudiantes de la escuela de ingeniería. Como se observa, el estilo predominante es el visual (tomado de [8]).

3. Metodología

La secuencia didáctica consta de tres sesiones de aproximadamente 90 minutos cada una.

Objetivos de Aprendizaje:

- Comprender el concepto de péndulo simple y su relación con el movimiento armónico simple.
- Identificar y calcular el periodo, frecuencia y frecuencia angular de un péndulo simple.
- Aplicar la realidad aumentada para visualizar y comprender mejor el comportamiento del péndulo simple.

Recursos:

- Dispositivos con aplicaciones de realidad aumentada.
- Modelo virtual de un péndulo simple en realidad aumentada.
- Pizarrón o pantalla para presentaciones.
- Materiales de apoyo: ejemplos, gráficos y fórmulas.

La Secuencia Didáctica se presenta en la tabla 1 (ver Castrejón et al., 2024).

Tabla 1. Secuencia Didáctica.

No. de sesión	Tema	Objetivo	Actividades/tiempo/espacio
1	Introducción	Comprender el concepto de péndulo simple y su relación con el movimiento armónico simple.	- Breve explicación del péndulo simple, sus componentes y comportamiento. /20 minutos/aula. - Presentación de los conceptos de movimiento armónico simple, frecuencia, periodo y frecuencia angular. /30 minutos/aula. - Aplicación del Test para medir sus respuestas antes del uso de la realidad aumentada (pre-test RA). /40 minutos/aula.
2	Uso de Realidad Aumentada	- Aplicar la realidad aumentada para visualizar y comprender mejor el comportamiento del péndulo simple.	- Introducción a la aplicación de realidad aumentada para visualizar un modelo virtual de un péndulo simple. /20 minutos/aula-app APSRA. - Demostración del movimiento del péndulo, mostrando cómo cambia la frecuencia al variar la longitud del péndulo o la gravedad. / 20 minutos/aula-app APSRA. - Análisis visual de la relación entre el periodo, la frecuencia y la frecuencia angular a través de la experiencia en realidad aumentada. /50 minutos/aula-app APSRA.
3	Aplicación Práctica	- Identificar y calcular el periodo, frecuencia y frecuencia angular de un péndulo simple.	- Cada grupo utiliza la realidad aumentada para interactuar con el péndulo virtual, midiendo y calculando el periodo, la frecuencia y la frecuencia angular para diferentes longitudes o condiciones iniciales. /30 minutos/aula-app APSRA. - Evaluación nuevamente de Test (post-Test RA). /40 minutos/aula. - Retroalimentación sobre el uso de la realidad aumentada como herramienta de aprendizaje. /20 minutos/ aula-app APSRA.

La secuencia se implementó (1ª fase) durante el semestre B24 con estudiantes del curso de Física General (3 grupos), de una escuela de ingeniería de México, el objetivo fue calibrar e identificar áreas de mejora. La edad de los estudiantes oscila entre 18 y 21 años, y asistieron a las sesiones, alrededor de 87 estudiantes, en promedio. Se aplicó una Encuesta PS a los estudiantes, antes de la implementación de la secuencia didáctica, para identificar su opinión sobre el fenómeno del péndulo simple, y el uso de herramientas de apoyo en sus cursos (ver apéndice 3). Asimismo, el pre/ pos Test RA (ver apéndice 4) consta de 10 reactivos de opción múltiple, su objetivo es evaluar la evolución conceptual de los conceptos físicos involucrados en el péndulo simple, de este solo aplicaron algunos reactivos al final de la secuencia didáctica. El pre/pos Test RA será validado por jueces expertos: cuatro con formación en física, uno en física educativa y otro en filosofía de la ciencia. Los jueces expertos evaluarán las dimensiones: suficiencia, claridad, coherencia y relevancia [17], para cada uno de los

ítems, y la evaluación se hará mediante un instrumento implementado en un Google forms. Para identificar si ha habido ganancia conceptual, se utilizará la fórmula de la ganancia normalizada de Hake [10], [11], en este sentido, la investigación es cuantitativa. Cabe señalar que, de acuerdo con [18], la teoría del cambio conceptual considera que la concepción inicial que tienen los estudiantes podrá modificarse, a partir de un conjunto de acciones, quedando la concepción más estable.

4. Resultados (preliminares)

A partir de analizar las respuestas a la Encuesta PS (ver apéndice 3), aplicada a 87 estudiantes, se observa un desconocimiento de más del 50% de éstos, acerca de los conceptos y el uso del péndulo simple; asimismo, se ratifica que a los estudiantes les resulta difícil entender ciertos fenómenos físicos, sobre todo por la introducción de las matemáticas, a la vez de que les resulta atractivo el uso de herramientas de apoyo en sus cursos de física, en concordancia con los resultados del Test de estilos de aprendizaje, donde la población de estudiantes prefiere herramientas visuales. Sobre la aplicación de algunos de los ítems del pre/pos Test RA, se observó que, una vez que se implementó la secuencia didáctica con RA, los estudiantes mostraron una cierta mejora en la comprensión de los conceptos. Esto ha permitido, a su vez, tener elementos para reestructurar la secuencia, sobre todo en la planeación de las actividades. Dado que la investigación está en ciernes, todavía no se cuenta con un análisis de resultados, sin embargo, se observó que la RA sí es una herramienta útil y efectiva para que los estudiantes comprendan los conceptos físicos involucrados en el fenómeno del péndulo simple, a la vez de identificar un interés notable por esta forma de presentar los temas.

5. Conclusiones (preliminares)

Incluir herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza de las ciencias, en especial la física, resulta ser una excelente oportunidad para concitar el interés de los estudiantes, dado que se les presentan los temas de una manera no tradicional. En este caso, mediante una aplicación de RA, considerando que su estilo de aprendizaje predominante es el visual, se observó un legítimo interés en los estudiantes porque se usen este tipo de herramientas.

Para una segunda implementación de la secuencia didáctica, se espera aplicar el pre/pos Test RA una vez validado, con lo que podrá identificarse que efectivamente hay un avance en la comprensión conceptual.

6. Referencias

[1] Fracchia, C. C., Alonso de Armiño, A. C., Martins, A. (2015). Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, núm. 16, 7-15.
[2] Villalustre-Martínez, L., Del Moral Pérez, M. E., Neira Piñeiro, M. R., Herrero Vazquez, M. (2017). Proyecto ACRA: Experiencias didácticas en ciencias con realidad aumentada en los niveles pre-universitarios. *EDUTEC. Revista electrónica de tecnología educativa,* núm. 62, 1-18. DOI: dx.doi.org/10.21556/edutec.2017.62.1009
[3] Morales, A. D., Sánchez, S. A., Pineda, C. M., Romero, H. J. (2019). Use of Augmented Reality for the Simulation of Basic Mechanical Physics Phenomena. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 519, Article 012021. https://doi.org/10.1088/1757- 899X/519/1/012021
[4] Kalemkuş, J., & Kalemkuş, F. (2022). Effect of the use of augmented reality applications on academic achievement of student in science education: meta analysis review. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 6017–6034, https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2027458
[5] Cabascango-Trávez, G. (2023). El uso de la realidad aumentada en la enseñanza de ciencias: Un enfoque integrador en educación secundaria. *Kosmos. Revista científica,* Vol. 2, núm. 1, 39-50. DOI: https://doi.org/10.62943/rck.v2n1.2023.43
[6] Aguilar-Acevedo, F., Flores Cruz, J. A., Hernández Aguilar, C. A., Pacheco Bautista, D. (2022). Diseño e implementación de un simulador
basado en realidad aumentada móvil para la enseñanza de la física en la educación superior. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* núm. 80, 66-83. DOI: https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2509
[7] Aguilar-Acevedo, F., Flores Cruz, J. A., Hernández Aguilar, C. A., Dueñas Reyes, E. (2024). Aprendizaje conceptual de las leyes de Newton mediante secuencias didácticas con simulaciones en realidad aumentada. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* núm. 80, 66-83. DOI: https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90.3295
[8] Castrejón, G., Olvera Aldana, M., Navarrete, N. H., Carrillo Ibarra, I. C. (2024). La realidad aumentada como herramienta para la enseñanza del péndulo simple. En *Nuevas tendencias en la enseñanza de la física,* Jesús Alberto Flores Cruz y Rubén Sánchez Sánchez (comp.), Comunicación científica, 207-227. DOI: https://doi.org/10.52501/cc.219.11
[9] Vidak, A., Sapic, M., Mezic, V., Gomzi, V. (2024). Augmented reality technology in teaching about physics: a systematic review of opportunities and challenges. *European Journal of Physics*, 45(2), Article 023002. https://doi.org/10.1088/1361-6404/ad0e84
[10] Hestenes D. Wells, M. & Swackhamer G. (1992). Force concept inventory, *The physics teacher*, *30*(3), 141-158.
[11] Artamónava, I. (2017). Aplicación de force concept inventory en América Latina para la evaluación de la comprensión de los conceptos básicos de mecánica a nivel universitario. *Revista Educación en Ingeniería* 12 (23) 56-63.
[12] Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Física para Ciencias e Ingeniería 1* (10ma ed.). Cengage Learning.

[13] Tippens P. E. (2011). *Física: Conceptos y aplicaciones*, McGraw-Hill, séptima edición, [En línea]. Disponible en: http://jaymolino.com/wp-content/uploads/2016/08/Fisica-de-Tippens-ed7.pdf
[14] Loijens, L. W. S., Brohm, D., Domurath, N. (2017). What is augmented reality. In L. W. S. Loijens (Ed.), *Augmented reality for food marketers and consumers* (pp. 13–28). Wageningen Academic Publishers. doi: 10.3920/978-90-8686-842-1_1
[15] Afandi, B. et al. (2019). Exploration of the augmented reality model in learning. Journal of Physics: Conference Series 1375, 012082. doi: 10.1088/1742 6596/1375/1/012082
[16] Cazau, P. (2001). "Estilos de aprendizaje" [En línea]. Disponible en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cursa.ihmc.us/rid=1R440PDZ R-13G3T80-2W50/4.%20Pautas-paraevaluarEstilos-de-Aprendizajes.pdf
[17] Escobar-Pérez, J. & Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición,* 6, 7-36.
[18] Moreira, M. A. & Greca, I. M. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação*, 9(2), 301-315.

Apéndice 1: https://n9.cl/zb4lw
Apéndice 2: https://n9.cl/0qpzj
Apéndice 3: Apéndice 3.pdf - Google Drive
Apéndice 4: https://n9.cl/pk27go

Análisis del feedback en la Educación Superior Ventajas del uso de la inteligencia artificial

Jaime Oyarzo Espinosa

Departamento de Ciencias de la Computación, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alcalá, España

jaime.oyarzo@uah.es | https://orcid.org/0009-0002-3025-2092

Resumen. La integración de la inteligencia artificial (IA) en los sistemas educativos constituye un factor disruptivo en diversos aspectos de la enseñanza y el aprendizaje. Un área crítica en la que la IA está demostrando ser particularmente transformadora es en el análisis del feedback en la educación superior. Este trabajo de investigación con carácter divulgativo explora las ventajas de utilizar la capacidad de la IA para mejorar la eficiencia, la precisión y la profundidad del análisis. Permite así, alcanzar una mayor comprensión del procesamiento de la retroalimentación. Mediante el uso de algoritmos avanzados, modelos de aprendizaje automático y técnicas de procesamiento del lenguaje natural, las universidades pueden obtener información valiosa para mejorar los resultados educativos. Este artículo describe los fundamentos técnicos de la IA, sus aplicaciones prácticas y los beneficios potenciales que ofrece tanto a educadores como a estudiantes. Examina también los retos y las consideraciones éticas asociadas a la implementación de la IA y ofrece recomendaciones para futuras investigaciones.

Palabras clave: Feedback. Inteligencia Artificial. Educación Superior

1. Introducción

En el contexto de la enseñanza superior, el "feedback" o retroalimentación tiene una doble naturaleza:

- "Feedback" de la institución al estudiante: información proporcionada por la institución (profesores, instructores, administradores) a los estudiantes sobre su rendimiento académico, progreso y áreas de mejora.
- "Feedback" del estudiante a la institución: información que los estudiantes proporcionan a la institución sobre sus experiencias, opiniones y sugerencias. Este tipo de retroalimentación es crucial para la mejora institucional y a menudo permite recoger datos a través de: 1. Evaluaciones de los cursos, 2. Encuestas de satisfacción, 3. Grupos de discusión, 4. Comentarios abiertos sobre diversos aspectos de la vida universitaria.

Ambos tipos de "feedback" son importantes, pero la opinión de los estudiantes sobre la institución es particularmente valiosa para el análisis y la creación de entornos

educativos flexibles y multifacéticos. Los modelos de IA tienen la capacidad de transferir conocimiento entre diferentes áreas de aprendizaje [1], lo que aporta datos de gran valor para el análisis del "feedback" estudiantil. Este análisis puede ser particularmente eficaz en casos como:

- Identificación de tendencias y patrones en grandes volúmenes de comentarios.
- Análisis de sentimientos para medir la satisfacción general de los estudiantes.
- Ajuste de métodos pedagógicos, contenidos y servicios de apoyo.
- Análisis predictivo para anticipar posibles problemas.

Esta comprensión bidireccional del "feedback" en la enseñanza superior aporta perspectivas y comentarios para crear un entorno educativo integral y receptivo. Permite, además, adoptar un enfoque más holístico para mejorar la calidad de la educación y de la experiencia de los estudiantes.

Tradicionalmente, las universidades han recurrido a métodos manuales en el análisis de encuestas, grupos de discusión y evaluaciones cualitativas, para recoger y analizar las opiniones de los estudiantes. Sin embargo, estos enfoques tienen a menudo serias limitaciones en cuanto a escalabilidad, subjetividad y oportunidad. El aumento de la población estudiantil y diversas opciones de aprendizaje plantea la urgente necesidad de búsqueda de herramientas más sofisticadas para procesar e interpretar las opiniones y comentarios de forma eficaz (este artículo utiliza el término "feedback" para referirse a la realimentación con opiniones y comentarios).

Los sistemas de IA pueden analizar grandes volúmenes de respuestas, opiniones y comentarios mediante algoritmos de aprendizaje automático, procesamiento del lenguaje natural y análisis de opiniones. Los sistemas de IA pueden identificar patrones, extraer información significativa y ofrecer recomendaciones prácticas, que pueden agilizar los procesos administrativos y apoyar a los educadores en la adaptación de sus estrategias pedagógicas y para hacer predicciones precisas sobre las necesidades de aprendizaje de los estudiantes [2].

El objetivo de este artículo, con carácter divulgativo, es explorar las ventajas del uso de la IA en el análisis del carácter dual del "feedback". Comienza proporcionando una visión general de las tecnologías de IA; y continúa profundizando los beneficios específicos, como la mejora de la eficiencia, la generación de conocimientos más profundos y las oportunidades de aprendizaje personalizado. Describe, además, dos casos de aplicación de referencia; aborda los posibles retos y las preocupaciones éticas, y concluye con recomendaciones para la aplicación e investigación futuras.

2. Metodología

2.1. Diseño del estudio

- Investigación cualitativa con enfoque divulgativo y exploratorio.
- Revisión bibliográfica sistemática combinada con análisis de casos.
- Población: Estudios y experiencias sobre implementación de IA en análisis de feedback estudiantil en instituciones de educación superior.
- Criterios: Inclusión de investigaciones recientes que emplean tecnologías de IA en contextos educativos.

2.2. Materiales e instrumentos

Se utilizó herramientas de análisis documental y categorización temática de literatura científica. Se examinaron sistemas de IA aplicados al feedback educativo, incluyendo modelos de procesamiento de lenguaje natural (NLP) y aprendizaje profundo (DL).

2.3. Procedimientos

Revisión crítica de literatura, identificación de casos de estudio relevantes (Linnaeus University y Stanford University), y análisis de tecnologías implementadas.

2.4. Análisis de datos

Análisis conceptual-interpretativo de la literatura y evaluación cualitativa de resultados reportados en los casos de estudio identificados.

2.5. Consideraciones éticas

El estudio aborda explícitamente preocupaciones sobre privacidad de datos, sesgos algorítmicos y dependencia tecnológica, proponiendo estrategias de mitigación.

2.6. Limitaciones

La investigación presenta carácter divulgativo, con enfoque descriptivo más que experimental, lo que limita la validación empírica de hallazgos.

3. Retos, riesgos y consideraciones éticas

A pesar de sus numerosas ventajas, la implementación de la IA en el análisis del "feedback", conlleva retos inherentes y dilemas éticos que exigen marcos regulatorios sólidos y un diseño tecnológico responsable.

3.1. Traducción de términos técnicos

A menudo, nos encontramos con definiciones en inglés que asocian a la IA capacidades de "aprender de la experiencia" learn from experience [3]

Los términos "Aprendizaje" o "razonamiento", utilizado en este artículo debe entenderse en un sentido técnico y no como un proceso análogo al aprendizaje humano. "Aprendizaje" en IA, se refiere a la capacidad de los sistemas para mejorar su desempeño o adaptarse a través de la optimización matemática y métodos estadísticos, sin implicar conciencia, comprensión o conocimiento experimental. Comprender esta diferencia es fundamental para evitar interpretaciones inexactas sobre las capacidades y limitaciones de la IA.

3.2. Privacidad y seguridad de los datos

El tratamiento de datos sensibles plantea cuestiones sobre la protección de la privacidad y el almacenamiento seguro de datos personales. Las instituciones deben

garantizar el cumplimiento de normativas como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD o FERPA [4, 5]) y, al mismo tiempo, la protección contra el acceso no autorizado y exposición de información confidencial.

3.3. Sesgo e imparcialidad

Los modelos de IA heredan sesgos presentes en los conjuntos de datos de entrenamiento, que perpetúan las desigualdades y generan resultados discriminatorios en áreas como contratación, justicia, salud o que afectan especialmente a sectores social o económicamente desfavorecidos. Los desarrolladores deben dar prioridad a las técnicas para auditar periódicamente los algoritmos y mantener la imparcialidad e inclusión.

3.4. Dependencia excesiva de la tecnología

Una dependencia excesiva de la IA podría socavar el juicio y la intuición humanas, que siguen siendo indispensables en escenarios de toma de decisiones. Equilibrar la automatización con la supervisión humana garantiza interpretaciones equilibradas de la información.

3.5. Alucinaciones

Los sistemas de IA generativa pueden producir información falsa o inventada, presentándola como verídica. Se trata de resultados incorrectos o engañosos que generan los modelos de IA debido a diversos factores, como insuficientes datos de entrenamiento, suposiciones incorrectas del modelo o sesgos humanos en los datos utilizados para entrenar el modelo.

3.6. Veracidad y contextualización de la información

Los algoritmos pueden basarse en fuentes desactualizadas o sesgadas. Esta situación requiere que los educadores desarrollen en los estudiantes el pensamiento crítico y la capacidad de evaluar y contrastar información, discerniendo entre contenidos fiables y dudosos en el entorno digital.

3.7. Estrategias para Mitigar Aspectos Éticos

- Evaluación de impacto ético previa a la implementación
- Transparencia algorítmica y explicación de cómo funcionan los sistemas IA
- Equilibrio entre automatización y juicio humano
- Formación y alfabetización digital
- Políticas de protección de datos y consentimiento informado
- Mecanismos de supervisión y evaluación continua
- Diversidad e inclusión en el diseño y la implementación

4. Tecnologías de la IA

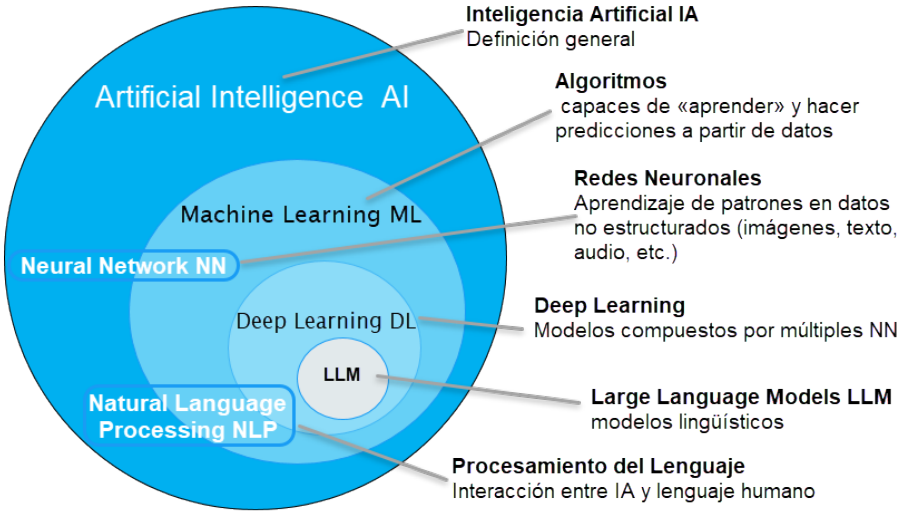


Fig. 1: Inteligencia Artificial, subcampos y componentes

- **Inteligencia Artificial IA**: Campo interdisciplinario de la ciencia y la ingeniería que busca diseñar sistemas computacionales mediante algoritmos y modelos matemáticos que procesan información estructurada y no estructurada, que identifican patrones estadísticos y generan respuestas funcionales sin comprensión consciente ni experiencia subjetiva.
- **Aprendizaje automático** (Machine Learning ML): subcampo de la IA que se centra en el desarrollo de algoritmos capaces de "aprender" y hacer predicciones basadas en los datos. ML emplea modelos estadísticos para identificar patrones y relaciones en un conjunto de los datos.
- **Redes neuronales (Neural Networks NN):** Modelo de ML que imita la forma en que el cerebro humano procesa la información a través de nodos interconectados llamados neuronas artificiales. Estas redes constan de tres elementos principales: una entrada que recibe datos, capas ocultas que los procesan y una salida que produce resultados.
- **Aprendizaje profundo** (Deep Learning DL): múltiples redes neuronales artificiales se inspiran en el cerebro humano, formados por nodos interconectados, o neuronas, para simular procesos cognitivos similares a los humanos.
- **IA generativa** (GenAI): Interfaz conversacional para generar nuevos contenidos, como imágenes, texto, video o música, semejantes a los creados por el ser humano.
- **Modelos Lingüísticos** (Large Language Models LLM): comprenden y generar texto con gran similitud con el lenguaje humano. Los LLM han demostrado notables capacidades para generar textos coherentes y contextualmente relevantes, que los convierte en valiosas herramientas en diversas aplicaciones, desde atención al cliente hasta creación de contenidos educativos y de investigación. Realizan tareas como traducción, resumen, razonamiento y respuestas a preguntas. Ejemplos

de LLM: OpenAI ChatGPT, Anthropic Claude, Google Gemini, Microsoft Copilot, High-Flyer DeepSeek, Perplexity AI, Mistral AI Mistral.

- **Procesamiento del Lenguaje** (Natural Language Processing NLP): enfocado en la interacción entre los ordenadores y el lenguaje humano. Engloba tareas, como análisis de sentimientos, traducción automática y reconocimiento de voz. Las tecnologías de NLP forman parte integral del desarrollo de los LLM y tienen amplias aplicaciones en áreas como la sanidad, las finanzas y la atención al cliente.
- **Prompt:** aunque no es una tecnología de la IA, es la instrucción textual que describe la tarea que el modelo de IA debe llevar a cabo. Un prompt guía al modelo IA en el proceso de generación de texto, imagen, audio o video.

5. Antecedentes: la IA en educación

Las tecnologías de IA pueden mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, mejorar la eficiencia administrativa y apoyar el éxito de los estudiantes [6].

Las tecnologías de IA ofrecen soluciones innovadoras empleando modelos informáticos capaces de procesar datos estructurados y no estructurados. Por ejemplo, el procesamiento del lenguaje natural permite a las máquinas categorizar las respuestas textuales, mientras que los algoritmos de aprendizaje automático detectan tendencias recurrentes y anomalías en los conjuntos de datos.

El análisis del "feedback" estudiantil requiere recopilar e interpretar la información proporcionada por los estudiantes sobre sus experiencias en cursos, con la docencia y el entorno académico en general. Un análisis eficaz permite identificar los temas clave, los sentimientos y las áreas susceptibles de mejora, garantizando, al mismo tiempo, la objetividad y coherencia [7].

Los métodos tradicionales, enfrentan dificultades para lograr estos objetivos de manera eficiente, especialmente cuando se trata de datos no estructurados como respuestas abiertas o grabaciones de audio o vídeo.

La aplicación de la IA en la enseñanza superior abarca dos ámbitos funcionales centrales.

- Funciones básicas: creación de contenidos y apoyo administrativo y organizativo, que permite a profesores y estudiantes generar planes de estudio, cuestionarios, resúmenes de investigación y materiales de aprendizaje de manera eficiente.
- Funciones avanzadas: plataformas de aprendizaje adaptativo, sistemas automatizados de calificación, asistentes virtuales y herramientas de análisis del "feedback" estudiantil. El análisis avanzado puede proporcionar información sobre el rendimiento de los estudiantes, las trayectorias de aprendizaje y las posibles estrategias de intervención.

6. IA en el análisis del “feedback”

6.1. Eficiencia operativa

Una de las ventajas más significativas en el análisis del “feedback” estudiantil es la capacidad para mejorar la eficiencia operativa. Las universidades reciben con frecuencia un elevado número de respuestas al año, desde evaluaciones, encuestas de opinión, comentarios en tiempo real durante clases tanto presenciales como online. La revisión manual de cada respuesta exige tiempo y recursos administrativos, lo que limita la obtención de información transversal práctica, así como la realimentación a los colectivos de estudiantes.

La automatización del proceso de análisis reduce significativamente los tiempos de respuesta. Por ejemplo, los algoritmos de NLP pueden analizar documentos extensos, extraer los puntos más destacados y producir un conciso resumen. Del mismo modo, los modelos de ML entrenados en conjuntos de datos de comentarios históricos pueden clasificar las respuestas en categorías predefinidas (por ejemplo, “contenido del curso”, “metodología del instructor”, “instalaciones”). Esta automatización libera a los profesores y administradores del procesamiento de datos y les permite orientarse a iniciativas de proyección estratégicas, a la interpretación de los datos obtenidos y a las intervenciones proactivas e identificación oportuna de problemas emergentes.

6.2. Precisión y objetividad

Los analistas humanos pueden estar propensos a sesgos e incoherencias cuando interpretan opiniones subjetivas. Factores como los puntos de vista, el cansancio o las diferencias culturales pueden influir en los juicios de valor y dar lugar a conclusiones sesgadas en el proceso de análisis.

Los algoritmos de análisis de sentimientos pueden distinguir con precisión los tonos emocionales presentes en el texto, diferenciando entre sentimientos positivos, negativos y neutros expresados en los comentarios, independientemente de los matices lingüísticos o las variaciones contextuales. Los modelos avanzados equipados con capacidades de aprendizaje profundo pueden incluso tener en cuenta el sarcasmo o la ironía. Además, la IA puede eliminar el riesgo de sesgo de atención selectiva, en el que ciertas respuestas podrían recibir inadvertidamente un énfasis desproporcionado.

Además, la capacidad de la IA para gestionar comentarios multilingües. Traducir y analizar manualmente comentarios en varios idiomas supone dedicación y tiempo y está propenso a errores. Los servicios de traducción basados en IA, combinados con modelos de NLP abordan este reto con mayor eficiencia, fomentando inclusión y equidad en la interpretación de los comentarios.

6.3. Análisis Predictivo con IA

La IA destaca a la hora de descubrir patrones ocultos y correlaciones en los datos. Técnicas como clasificación y agrupación por temas permiten a los investigadores descubrir aspectos latentes que, de otro modo, podrían pasar desapercibidos. Por ejemplo, el análisis de las opiniones de estudiantes de ciencias podría revelar una insatisfacción recurrente con la disponibilidad de equipos de laboratorio, que antes quedaba oculta entre opiniones críticas no relacionadas.

El análisis predictivo puede contribuir a anticipación de futuros retos basándose en las opiniones históricas. De manera similar, la comparación de métricas de opinión con indicadores de rendimiento académico puede identificar señales tempranas de advertencia de bajo rendimiento o falta de compromiso entre grupos determinados. Con esta previsión, los educadores pueden implementar intervenciones específicas para mitigar los riesgos y optimizar los resultados de aprendizaje.

6.4. Oportunidades de aprendizaje personalizado

El análisis del "feedback" basado en IA contribuye al desarrollo de experiencias de aprendizaje personalizadas adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes. Mediante la agregación de comentarios en diferentes dimensiones (por ejemplo, "estilos de aprendizaje", "métodos de enseñanza preferidos", "preferencias tecnológicas"), las instituciones obtienen una comprensión holística de las preferencias de los estudiantes. Este conocimiento sirve de base para rediseñar los planes de estudios, garantizando su adecuación a las expectativas de los estudiantes.

Además, la IA facilita la retroalimentación continua, lo que permite ajustar las prácticas educativas en tiempo real. Por ejemplo, los sistemas de tutoría inteligente integrados pueden adaptarse dinámicamente a las opiniones de los estudiantes, ofreciendo recursos y ejercicios personalizados en función de los puntos débiles detectados. Estos enfoques adaptativos fomentan el compromiso y la motivación, mejorando en última instancia la eficacia general del aprendizaje.

7. Estudio de casos: Análisis de feedback estudiantil basado en IA

Linnaeus University, Suecia https://lnu.se/ Kastrati [8] utilizó técnicas de análisis de sentimientos y aprendizaje profundo para categorizar y analizar comentarios de estudiantes, identificando patrones y tendencias que aportan mejoras en la enseñanza. La figura ilustra la arquitectura de un sistema genérico de análisis de sentimientos.

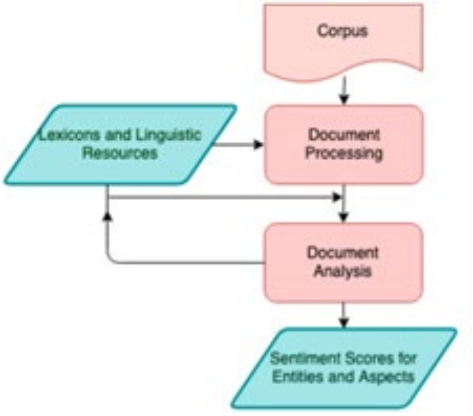


Fig. 2-Arquitectura de sistema de análisis de sentimientos (Kastrati)

Stanford CA University https://www.stanford.edu/ impulsó recientemente un estudio que presenta un método novedoso: la anotación de etiquetas (tag annotation)

junto con el modelo de lenguaje ChatGPT para analizar los comportamientos de aprendizaje de los estudiantes y generar comentarios personalizados. El elemento central de este enfoque es la conversión del feedback estudiantil en un amplio conjunto de etiquetas, que luego se descodifican mediante mensajes personalizados para ofrecer comentarios constructivos que animen a los estudiantes.

Según el autor de este estudio [9], El potencial de los modelos lingüísticos (LLM) como GPT-4 para la retroalimentación educativa se ha demostrado a través de una evaluación con profesores de matemáticas de nivel primario. La evaluación, realizada mediante un cuestionario, examinó cinco aspectos clave de los informes generados: comprensión, practicabilidad, motivación, claridad y estructura organizativa, como muestra la tabla 1.

Tabla 1: Cuestionario para la evaluación de los informes de feedback personalizados.

Categoría	Pregunta
Nivel de comprensión	¿Cree que este informe analiza con precisión los principales puntos fuertes y dificultades de los estudiantes en su aprendizaje?
Practicabilidad	¿Son prácticas y viables las recomendaciones propuestas en el informe? ¿Cree que estas sugerencias son fácilmente aplicables en las prácticas docentes reales?
Motivación	¿Considera que este informe motiva eficazmente a los estudiantes para mejorar sus métodos de aprendizaje y potenciar sus actitudes de aprendizaje?
Claridad	¿Es claro el lenguaje utilizado en el informe? ¿Ha encontrado alguna parte difícil de entender mientras lo leía?
Estructura organizativa	¿Considera que la estructura del informe es lógica y permite comprender rápidamente la información clave? ¿Están bien organizadas las secciones del informe y son fáciles de seguir?

Los profesores los consideraron útiles para comprender y apoyar el proceso de aprendizaje, sobre todo para identificar los puntos fuertes y los retos de los alumnos.

8. Conclusiones y orientaciones futuras

La aplicación de la IA al análisis bidireccional de comentarios de instituciones y estudiantes supone un cambio de paradigma en la forma en que las instituciones educativas garantizan y mejoran la calidad. Sus beneficios potenciales incluyen una mayor eficiencia, precisión, generación de conocimientos más profundos y oportunidades de aprendizaje personalizado. Estas ventajas posicionan a la IA como un aliado esencial para alcanzar la excelencia en la enseñanza superior.

Sin embargo, para aprovechar todo el potencial de la IA es necesario abordar los retos existentes y respetar las directrices éticas. La investigación futura debe estudiar con especial profundidad las mejores prácticas para considerar su aplicación en otros contextos. Debe, además, centrarse en perfeccionar los modelos de IA para manejar escenarios de retroalimentación cada vez más complejos, al tiempo que explorar nuevas

formas de integrar la IA en ecosistemas educativos más amplios. La colaboración entre tecnólogos, educadores, estudiantes y responsables políticos allanará el camino hacia avances sostenibles en este ámbito y constituye entornos de estudio, aplicación e investigación futuras.

9. Agradecimientos

Este artículo sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del proyecto FONDECYT 1231325 y proyectos VRI-Interdisciplinario y Novus Triada patrocinados y financiados por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Católica de Chile.

10. Referencias

[1] Jason Yosinski. (2016). Yosinski.com. https://yosinski.com/transfer
[2] Learning deep architectures for AI. (2025). Google.com. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=kukA0LcAAAAJ&citation_for_view=kukA0LcAAAAJ:YsMSGLbcyi4C
[3] Artificial Intelligence (AI): What it is and why it matters. (2020). Sas.com. https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html
[4] RGPD Reglamento general de protección de datos (RGPD) | EUR-Lex. (2016). Europa.eu. https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/general-data-protection-regulation-gdpr.html
[5] Ferpa. (2024, September 20). Ferpa. https://ferpa.org/#googtrans(en|es
[6] Bearman, M., Ryan, J., & Ajjawi, R. (2023). Discourses of artificial intelligence in higher education: a critical literature review. Higher Education, 86(2), 369–385. https://doi.org/10.1007/s10734-022-00937-2
[7] Oyarzo-Espinosa, J., Joglar-Campos, C., Quintanilla-Gatica, M. R., Sepúlveda-González, R. A., & Macarena Belén Soto-Alvarado. (2025). Inteligencia Artificial y Controversias Sociocientíficas en la Enseñanza de las Ciencias de la Educación Superior: Acercamientos y Proyecciones a Partir de una Revisión Bibliográfica. Sisyphus — Journal of Education, 13(1), 8–34. https://doi.org/10.25749/sis.36570
[8] Kastrati, Z., Dalipi, F., Imran, A. S., Pireva Nuci, K., & Wani, M. A. (2021). Sentiment Analysis of Students' Feedback with NLP and Deep Learning: A Systematic Mapping Study. Appl. Sci., 11(9), 3986. https://www.mdpi.com/2076-3417/11/9/3986?type=check_update&version=1
[9] A Study on Educational Data Analysis and Personalized Feedback Report Generation Based on Tags and ChatGPT* | SCALE Initiative. (2025). http://arxiv.org/pdf/2501.06819v1

Uso de inteligencia artificial con pensamiento crítico en la formación de docentes

Martha Rocío Conchas Gaytán[1], Rosa Fidela Fragoso Galbray[1]

[1] Departamento de Investigación Educativa. Escuela Normal de Ecatepec (México)
rocioconchasgaytan@gmail.com, galbray57@gmail.com

Resumen. El objetivo general de este estudio fue valorar el empleo de la inteligencia artificial en la formación docentes, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a partir de la promoción de actividades donde los estudiantes usen estas herramientas para generar ideas, contrastándolas luego con sus propios razonamientos o investigaciones, mediante el diseño de propuestas innovadoras para el desarrollo socioemocional en los niños de educación primaria, mejoradas con Inteligencia Artificial (IA). Se trabajó con una diseñada previamente para niños de nivel básico, para la cual, usaron IA con el fin de ampliar la fundamentación e incluir estrategias pertinentes con los diagnósticos elaborados. Se procede a las adecuaciones con sus propios razonamientos e investigaciones de fuentes del curso. Para el estudio se recurrió a la metodología cualitativa, propiamente la investigación acción, en la encuesta final aplicada, los participantes apreciaron que la IA les brindó elementos para enriquecer sus trabajos con mayor creatividad e innovación. Se vislumbra que la IA coadyuva al aprendizaje significativo de las teorías estudiadas, se prioriza la importancia del acompañamiento pedagógico del docente a través del pensamiento crítico y creativo de los recursos tecnológicos como la IA para analizar la validez y relevancia de las respuestas proporcionadas.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Docentes en Formación, Pensamiento Crítico.

1. Introducción

"La formación inicial de los docentes y estudiantes sobre los usos, potencialidades y dificultades derivadas del uso de Inteligencia Artificial en su formación inicial y en el proceso de enseñanza aprendizaje, en general, se convierte en inminente y necesaria." [1].

Siguiendo en el mundo de la enseñanza, el pensamiento crítico supone la habilidad para explorar un problema, cuestión o situación; integrar la información válida sobre los mismos, llegar a una solución o hipótesis y justificar una propuesta [2]. El pensamiento crítico incluye la evaluación del proceso que lleve a la toma de decisiones, por lo que requiere "tiempo, energía, habilidad y dedicación" [2]. Añade este autor que es necesario integrar en la definición del pensamiento crítico los siguientes criterios: suficiencia, relevancia, fiabilidad, consistencia, actualidad, accesibilidad, objetividad.

Ante la premisa anterior en el curso de desarrollo socioemocional y aprendizaje de la licenciatura en educación primaria, se decidió implementar IA para enriquecer una propuesta educativa, dirigida a los 35 estudiantes, se empleó IA en el centro de cómputo de la Escuela Normal de Ecatepec, Estado de México siempre en acompañamiento de la docente para promover el pensamiento crítico de los estudiantes desde la revisión de preguntas, el análisis de las mismas, así como la integración de información veraz. La aplicación de la propuesta mejorada se realizó en el aula y en escuelas de práctica de educación primaria, en atención a las problemáticas de carácter emocional identificadas en el grupo.

Al aplicar la metodología investigación acción con instrumentos previamente diseñados, se distinguen resultados principalmente satisfactorios de las encuestas aplicadas al culminar el curso, como el desarrollo de habilidades críticas la reflexión y análisis, el aprendizaje significativo de teorías que se revisan en el curso, identificaron las fortalezas de la herramienta IA como rapidez y facilidad, creación de productos con alternativas innovadoras, hacer uso del discernimiento al contrastar información con sus propios razonamientos o investigaciones, y el beneficio emocional que les ofrece al usar la herramienta.

2. Contenido

2.1. Marco teórico

2.1.1. Uso de la IA en la Educación

"La inteligencia artificial (IA) tiene la capacidad de hacer frente a algunos de los mayores desafíos que afronta, hoy en día, el ámbito de la educación, de desarrollar prácticas de enseñanza y aprendizaje innovadoras y, finalmente, de acelerar el progreso en la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4. No obstante, estos avances tecnológicos rápidos implican inevitablemente numerosos riesgos y retos, que los debates sobre las políticas y los marcos reglamentarios tienen aún dificultades para superar." [3]

Diversas investigaciones como las de [4] y [5] concuerdan que el aprendizaje debe ponerse en relación con la complejidad que los estudiantes pueden encontrar en la vida cotidiana, lo cual es más sencillo con tecnología que interactúe con los estudiantes para obtener la información de sus intereses o conocimientos previos, lo que representa exigencias razonables; propicia el desarrollo de una gran variedad de destrezas y los estudiantes la perciben como beneficiosa a largo plazo.

2.1.2 La inteligencia artificial y la Innovación

Podría afirmarse que la tecnología y la creatividad son socios interesantes con respecto a dos proyectos diferentes. Si bien la tecnología ha potenciado las habilidades creativas de los individuos, incluir un elemento técnico que permite al humano una extensión de sus ideas, la IA permite ahora al individuo nutrir estas ideas con más información del entorno y facilita la realización de tareas complejas que le permiten a la persona llegar un paso más allá. La inteligencia artificial no puede crear ideas nuevas por sí misma, pero puede ayudar a los humanos a hacerlo, catalizando la creatividad humana [6]

2.1.3 Recomendaciones a educadores sobre el uso académico de IA

Para evitar cualquier sorpresa desagradable, OpenAI [7] recomienda lo siguiente:

Compartir las conversaciones generadas con la IA. De esta forma los docentes tienen la posibilidad de analizar y valorar la interacción que se ha producido entre el alumnado y la IA. Los alumnos podrán compartir entre ellos sus conversaciones para aprender en grupo. Al contar con un registro de sus conversaciones, los estudiantes pueden observar el proceso de su progreso y los profesores realizar una evaluación personalizada a partir de dichos registros individuales.

Evaluar las distintas competencias que los estudiantes desarrollan en su interacción con la IA: la pertinencia de las preguntas realizadas, la relevancia de la información obtenida, y la capacidad para valorarla de forma crítica, detectando, posibles sesgos y errores en las respuestas.

2.1.4 Pensamiento crítico

Autores definen al pensamiento crítico como «ese modelo de pensar -sobre cualquier tema, contenido o problema- en el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales» (p. 4) [8].

Un estudiante de educación superior con pensamiento crítico es una persona que busca más allá de lo que se le imparte en el aula, formula preguntas y busca dar respuesta a sus propias interrogantes, producto de su curiosidad. Motivado por su deseo de aprender evalúa la información y llega a conclusiones y soluciones [8]. Todo este ejercicio implica interpretación, explicación, análisis, inferencia, evaluación y autorregulación [9].

El pensamiento crítico otorga esa capacidad de análisis, derivada de la identificación de relaciones inferenciales y la información de argumentos, descripciones u otro medio de representación que permite evaluar posturas y tomar decisiones sobre un tema o acción específica [10].

2.2. Metodología

La metodología cualitativa para comprender y profundizar en el fenómeno investigado a través de las preguntas abiertas del cuestionario y de la propuesta [11]. La codificación tiene como objetivo presentar los resultados de forma simple a través de la reducción de la variedad de respuestas a un código o categoría que pueda ser tabulado posteriormente [12]. Se diseñaron instrumentos como la encuesta en línea a través de un formulario de preguntas abiertas principalmente.

También se elaboró una rúbrica en relación al pensamiento crítico con IA, la cual se empleó para evaluar los productos que fueron propuestas educativas para aplicar en escuelas de educación básica.

En clase del curso sobre desarrollo socioemocional y aprendizaje de la Licenciatura en Educación primaria (LEP), con 35 estudiantes la edad oscila entre 18 a 20 años de edad, de los cuales el 80% son mujeres y el 20% hombres.

2.3. Descripción de la innovación

Consiste en la elaboración de una propuesta de educación socioemocional basada en un diagnóstico previamente realizado con instrumentos aplicados durante la primera jornada de prácticas con niños de primaria. El documento se fundamenta teóricamente con autores revisados en el curso de desarrollo socioemocional y aprendizaje y se describen las habilidades socioemocionales a desarrollar, así como la secuencia

didáctica que surge de revisión de libros digitales incluidos en las referencias del programa.

Para enriquecer trabajo se hace uso de herramientas de IA en la que se plantean las problemáticas detectadas para encontrar alternativas de solución. También indagan sobre autores que argumenten la habilidad que están considerando.

El rol del profesor fue sugerir criterios para formular las preguntas y cómo analizar críticamente las respuestas obtenidas mediante la herramienta de inteligencia artificial IA.

Posteriormente amplían el sustento teórico con la profundización de información de los autores con reconocimiento académico que encontraron.

Analizan la pertinencia de la información, contrastan con su propuesta y realizan cambios o mejoras que consideren más pertinentes.

Enseguida presentan sus resultados en el grupo, se generan sesiones de discusión para analizar la pertinencia, se hace la demostración de sus trabajos en la clase en la escuela Normal, se dan sugerencias de mejora por parte del docente y enriquecen para aplicar en las escuelas de nivel básico asignadas.

Al regresar de prácticas se entrega un escrito formal con evidencias de lo que sucedió en la aplicación con los niños de primaria, resultados obtenidos y valoración del trabajo.

Por último, se presenta la experiencia con los compañeros de clase en la escuela Normal.

2.4. Proceso de aplicación

Previamente los estudiantes ya habían aplicado diagnóstico y su análisis, así el diseño de propuesta para el desarrollo de habilidad socioemocional y con el sustento teórico.

Se pretendía mejorar o adecuar el trabajo con ayuda de la IA.

Los estudiantes formularon cuestionarios con preguntas y se presentaron en grupo para su análisis y sugerencias de mejora por parte del docente y de compañeros de grupo.

Un ejemplo de prompt del E6 "Necesito una propuesta detallada para implementar un programa efectivo que fomente la empatía en niños de primaria (edades de 7 a 8 años). La propuesta debe incluir:

Objetivos específicos, actividades, estrategias, materiales y recursos.

Evaluación: ¿Cómo se mediría el progreso de los niños en el desarrollo de la empatía? ¿Qué herramientas de evaluación se utilizarían?

Adaptabilidad: ¿Cómo se podría adaptar el programa para diferentes edades dentro del rango de primaria y para niños con diferentes necesidades o estilos de aprendizaje?

Participación de los padres: ¿Cómo se podría involucrar a los padres en el refuerzo de la empatía en casa?

Consideraciones culturales: ¿Cómo se asegurarían de que las actividades y materiales sean culturalmente sensibles y relevantes para la diversidad de los niños en el aula?

La propuesta debe ser práctica, realista y basada en evidencia o mejores prácticas en la educación socioemocional. Agradecería que se incluyeran referencias a investigaciones o teorías relevantes y actuales si es posible."

Posterior al uso de IA, los estudiantes revisan las sugerencias y mejoran sus trabajos.

Las herramientas más usadas fueron en un 70% chat GTP, el 15% Microsoft bing, el 10% copilot y el 5% otros como luzia, gemini, dall-e, etc.

Al asistir al centro de cómputo como se aprecia en la figura 1, se percibió que los estudiantes saben usar recursos de IA de forma muy familiar, por lo que se procedió directamente a la encomienda, sin recibir asesoría técnica, sólo dos de los 35 comentaron que no habían usado la IA para trabajos académicos. (Fig.1)

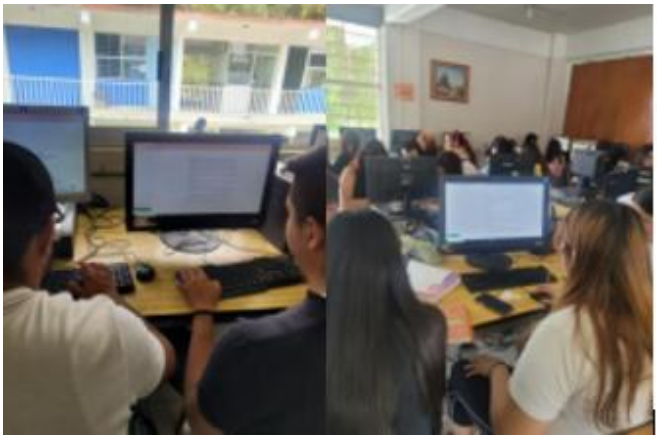


Fig. 1. Trabajo en el centro de cómputo con herramientas de IA

Fig. 2. Rúbrica pensamiento crítico con uso de IA

Los estudiantes corrigieron sus documentos, atendiendo las recomendaciones y las especificaciones establecidas en el programa de estudio y rúbricas de evaluación que contiene los criterios que se deben atender para la elaboración de una secuencia didáctica con el uso de pensamiento crítico.

Los criterios de la rúbrica, que se puede observar en el código QR de la fig.2 para el pensamiento crítico con IA empleados son los siguientes: identifica y explica problemas, interpreta el contenido, analiza los argumentos presentados, presenta un punto de vista y reconoce otras perspectivas, genera alternativas viables, evalúa la evidencia presentada.

Entre los títulos de las propuestas desarrolladas están:
La gallina antonieta, de los huevos diferentes, manos unidas: transformando la convivencia y el trabajo en equipo, el círculo de la empatía, promoviendo estrategias efectivas para potenciar la salud socioemocional en primaria: estrategias innovadoras, etc.

Se ejecutaron las acciones planteadas con sus compañeros de la licenciatura se aprecia en la fig, 3 y en las escuelas de práctica en la fig. 4.

Fig. 3. Aplicación de estrategia en la Normal

Fig. 4. Propuesta aplicada en primaria

3. Los resultados

Los resultados se obtuvieron de la rúbrica para valoración de sus diseños, rúbrica para identificar el uso crítico con IA (fig. 2) y de una encuesta final aplicada a los 35 participantes involucrados.

En cuanto al análisis de las evaluaciones se aprecia que hubo buenos resultados en presentar su punto de vista y reconoce otras perspectivas encontradas de autores. También generaron alternativas viables a las problemáticas identificadas y fueron aplicadas en educación básica con efectos satisfactorios. Fortalecieron así habilidades específicas de acuerdo con las problemáticas, la empatía, autonomía, colaboración, conciencia emocional, resolución de conflictos escolares.

Hicieron valoraciones de la aplicación de en las prácticas realizadas en primaria en cuanto a la propuesta denominada: probando otros zapatos, se fortaleció la empatía a reconocer y comprender las emociones de los demás. La actividad culmina con la creación de un mural colectivo donde los estudiantes trabajan para simbolizar la diversidad de emociones y la importancia de la empatía y la colaboración, y cada una fue auto evaluada por los estudiantes de manera crítica.

En alusión con la encuesta al indagar sobre los sentimientos que les ha provocado el uso de IA para elaboración de proyectos, al 35% les genera tranquilidad, a un 27% felicidad, entusiasmo, 10% relajación, 8% asombro y al otro 8% curiosidad.

Sobre lo anterior, el E9 escribió “De cierta forma la IA nos aliviana un poco, en lo personal, si no entiendo algo complejo o técnico, la utilizo para que me explique de mejor manera y, en otras palabras.

Atendiendo a la pregunta de carácter abierto ¿Cómo te favorece usar IA para mejorar tu propuesta derivada de la problemática en el grupo de prácticas? Todos dijeron que les da ideas novedosas como lo escrito. El E5 dijo “para complementar mis ideas nuevas respecto a lo que quiero hacer dependiendo el contexto que veamos en nuestra aula y nuestros alumnos”. El E5 explicó “que yo tenga una idea que quiera poner en

marcha pero que tal vez me falten algunos puntos, y las IA nos puedan dejar más claros".

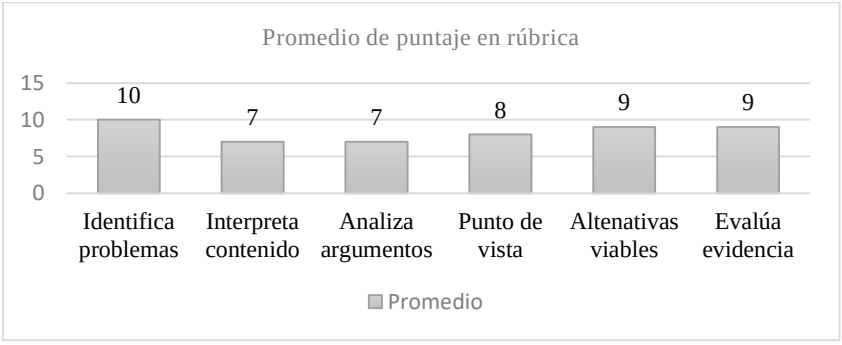
Al preguntar si considera que la información que proporciona la IA corresponde con autores que se estudian en la clase y que sustentan la educación socioemocional, el 70% respondió totalmente de acuerdo, el 20% que parcialmente y el 10% expresó estar en desacuerdo.

Respecto a la pregunta de ¿Cuáles son las ventajas de usar la IA en el diseño de propuestas didácticas sobre educación socioemocional?, al emplear el diferencial semántico se encontraron las sucesivas unidades conceptuales: como primer lugar el 30% reconoce la facilidad de uso, eficacia y rapidez, el 25% que reciben retroalimentación inmediata y comprensible, el 25% recupera sobre el conocimiento de otros autores y en menor medida pero de relevancia, el 20% dijo que brinda apoyo emocional personalizado.

Se empleó evaluación tanto para valorar el producto en relación con los objetivos del curso, pero también se hizo uso de rúbrica que contemplara aspectos específicos del uso de pensamiento crítico con las adaptaciones realizadas al usar la IA, se aprecia en la tabla 1, que hubo esfuerzos significativos para usar la tecnología de manera óptima e intencional para un trabajo reflexivo. En la identificación de problemas y explicación se obtuvo un excelente promedio, así como en la generación de alternativas viables y en la evaluación de evidencias presentadas. Los documentos presentados cumplieron claramente con los criterios, se hace evidente que es necesario fortalecer aún más los análisis de argumentos presentados y la interpretación de contenido, debido a que fue muy escueto en general este apartado. Mejoraron en el reconocimiento de otras perspectivas, al hacer contrastes con diferentes teorías encontradas. (Gráfica 1)

Tabla 1. Promedio de valoración de uso de pensamiento crítico con la rúbrica.

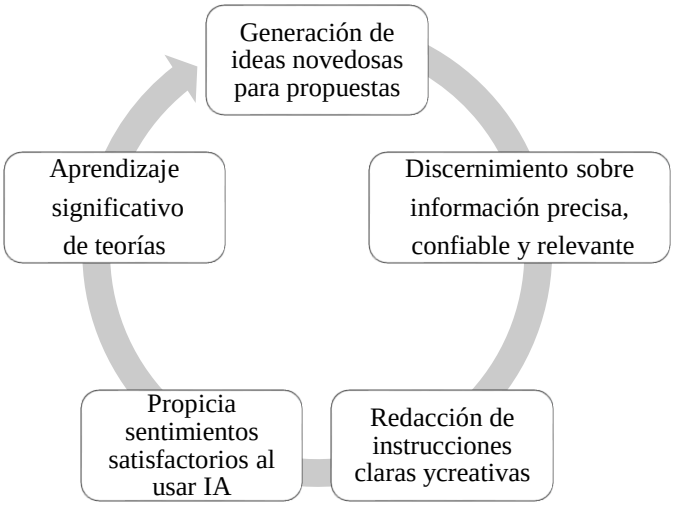
Criterios de la rúbrica	Promedio
Identifica y explica problemas	10
Interpreta el contenido	7
Analiza los argumentos presentados	7
Presenta un punto de vista y reconoce otras perspectivas	8
Genera alternativas viables	9
Evalúa la evidencia presentada	9



Gráfica 1. Promedio de puntaje por criterios de rúbrica

Mediante el uso de la IA y el acompañamiento docente, se superaron las expectativas como se aprecia con la evaluación final en la fig 4, se encuentra que se esforzaron por redactar instrucciones claras y creativas, se dieron el tiempo para comparar información con los textos académicos del curso con los de IA y pudieron comprobar las fuentes verídicas, ampliaron referentes teóricos, aprendieron a emplear las teorías en relación con la práctica y fundamentarla de forma congruente, el uso de las herramientas les propició sentimientos como tranquilidad, felicidad, relajación, entusiasmo, curiosidad, tuvieron la oportunidad de generar propuestas más novedosas al enriquecerlas con el uso de IA, que algunas de ellas fueron aceptadas a presentar en eventos académicos internacionales como en el IFE Conference del Tecnológico de Monterrey, México en enero de 2025.

Fig 4. Resultados pensamiento crítico en el uso de IA



4. Conclusiones

El objetivo general de este estudio fue valorar el empleo de la inteligencia artificial en la formación docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a partir de la promoción de actividades donde los estudiantes usen estas herramientas para generar ideas, contrastándolas luego con sus propios razonamientos o investigaciones, mediante el diseño de propuestas innovadoras para el desarrollo socioemocional en los niños de educación primaria mejoradas con IA.

Los participantes expresaron que la IA les brindó elementos para enriquecer sus trabajos y con mayor creatividad, valoraron positivamente la rapidez y facilidad con la que obtienen información. También destacaron la personalización que otorga para el estudio. La IA por lo tanto, puede ofrecer oportunidades para la innovación pedagógica y la mejora sistemática de las prácticas educativas. Por otra parte, concordando con otros autores [13], los estudiantes destacan que han disfrutado realizando los proyectos de IA.

Entre los inconvenientes principales del uso de la IA que refirieron son: que puede generar dependencia excesiva de la herramienta para las tareas académicas, su uso demanda la validación de información obtenida con referentes teóricos consolidados.

En lugar de prohibir, no se tiene más opción que utilizar la herramienta a nuestro favor, reforzando el pensamiento crítico. Los maestros deben crear conciencia sobre las limitaciones para que sean utilizados como recursos de apoyo, y no de reemplazo a otras fuentes de autoridad [14]; e incidir en la verificación y el cuestionamiento del contenido generado. Para ello, efectivamente se requerirá acompañamiento pedagógico, y es ahí donde toma relevancia la implicación del maestro.

Para lo cual se vislumbra la necesidad de capacitación a docentes y de proveer a las instituciones formadoras de docentes de la infraestructura y recursos tecnológicos requeridos para su uso intencional académico. Por lo cual futuras líneas de investigación serán sobre el nivel de conocimiento y las formas que los formadores de docentes utilizan IA en la educación.

Se destacan tanto los beneficios y los desafíos que tiene la integración de la IA en la preparación a los futuros profesores de educación primaria.

Se aprecia que el uso mal dado de la inteligencia artificial puede llevar a una dependencia y a incurrir en la falta de ética al recuperar solo información sin el uso de la capacidad crítica. La IA tiende a potenciar y desafiar al razonamiento, promoviendo habilidades críticas al brindar nuevos recursos, dependiendo de cómo se integre y se emplee en la educación.

El mejor modo de enfrentar un futuro con IA es mediante una educación que promueva el pensamiento crítico. Esta habilidad permite distinguir entre información fidedigna y no confiable, reconocer argumentaciones sólidas, identificar sesgos y formar opiniones basadas en fundamentos. Además, fomenta un aprendizaje más profundo, mejora la resolución de problemas, la toma de decisiones autónomas, además, estimula la creatividad y el raciocinio

A medida que la inteligencia artificial se vuelve más común, la necesidad de creatividad y pensamiento crítico se incrementa.

5. Referencias

[1] Ayuso del Puerto, D., y Gutiérrez-Esteban, P. (2022). La Inteligencia Artificial como Recurso Educativo durante la Formación Inicial del Profesorado. RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 25(2), 347-362. https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332 [Último acceso: 19 02 2025].

[2] Petress, K. (2004). Critical thinking: An extended definition. Education, 124(3), 461-466.https://www.researchgate.net/publication/251641137_ Critical _Thinking_An_Extended_Definition [Último acceso: 19 02 2025].

[3] UNESCO. (2021). AI and education: guidance for policymakers. UNESCO. https://doi.org/10.54675/ PCSP7350

[4] Barrios, H., Díaz, V., y Guerra, Y. (2020). Subjetividades e inteligencia artificial: desafíos para 'lo humano'. Veritas. Revista de Filosofía y Teología, (47), 81-107. https://www.redalyc.org/journal/ 2911/291166073004/291166073004.pdf [Último acceso: 10 02 2025].

[5] Bieser, J. (2021). Jan Bieser - Agenda Contributor | World Economic Forum. https://www.weforum.org/agenda/authors/jan-bieser [Último acceso: 12 01 2025].

[6] Urretavizcaya, M., y Onaindía, E. (2002). Docencia Universitaria de Inteligencia Artificial. Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, 6(17), 23-32. https://www.redalyc.org/pdf/ 925/92501702.pdf [Último acceso: 12 02 2025].

[7] A OpenAI (2023). GPT-4 Technical Report. ArXiv, abs/2303.08774. https://cdn.openai.com/papers/gpt 4.pdf

[8] Paul, R. y Elder, L. (2003). La mini-guía para el pensamiento crítico. Conceptos y herramientas. Fundación para el Pensamiento Crítico.

[9] Terblanche, E.A.J & De Clercq, B. (2021). A critical thinking competency framework for accounting students. Accounting Education, 30(4), 325-354 https://eric.ed.gov/?q=Critical+thinking&id=EJ1306935 [Último acceso: 21 02 2025].

[10] Lantian, A., Bagneux, V., Delouvée, S. y Gauvrit, N. (2021). Maybe a Free Thinker but Not a Critical One: High Conspiracy Belief Is Associated with Low Critical Thinking Ability. Applied Cognitive Psychology, 35 (3), 674-684. https://doi.org/10.1002/acp.3790

[11] Guerrero-Bejarano, M. A. (2016). La investigación cualitativa. *INNOVA Research Journal*, *1*(2), 1-9. https://doi.org/10.33890/innova.v1.n2.2016.7

[12] Rincón-Gómez, W. A. (2014). Preguntas abiertas en encuestas ¿cómo realizar su análisis? *Comunicaciones en Estadística*, *7*(2), 139-156. https://doi.org/10.15332/s2027-3355.2014.0002.02 Guía de Estilo y criterios APA de publicación,» *Revista de Mediación*, vol. 8, nº 2, 2015.

[13] Martínez-Pérez, S., y Fernández-Robles, B. (2018). Objetos de Realidad Aumentada: Percepciones del alumnado de pedagogía. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, *53*, 207-220. https://doi.org/10.12795/pixelbit. 2018.i53.14 [Último acceso: 12 01 2025].

[14] Pavlik, J.V. (2023). Collaborating with ChatGPT: Considering the implications of generative artificial intelligence for journalism and media education. Journalism & Mass Communication Educator, 78(1), article 10776958221149577 https://doi.org/10.1177/1077695822114957 [Último acceso: 12 01 2025].

Innovación en la evaluación curricular del programa de estudio de Biología en secundaria: Perspectiva docente y análisis automatizados con IA

Kendal Ruiz Benavides[1], Giselle Ñurinda Montoya[1], Gabriela Gutiérrez López[1], Mariangelina Rodríguez Varela[1]

[1] División de Educología del CIDE. Universidad Nacional (Costa Rica)
kendall.ruiz.benavides@una.cr; giselle.nurinda.montoya@una.ac.cr;
gabriela.gutierrez.lopez@una.cr; mariangeli.rodriguez.varela@una.cr

Resumen. Esta investigación cualitativa es un estudio comparativo heterogéneo de los resultados de la evaluación curricular del programa de Biología del cuarto ciclo vigente al año 2024, del Ministerio de Educación Pública (MEP) de Costa Rica. Se analiza la evaluación realizada por un grupo de docentes de secundaria y un análisis automatizado con inteligencia artificial (ChatGPT) mediante criterios e indicadores construidos con el modelo CIPP. Se contrastan ambas evaluaciones para identificar coincidencias y diferencias, analizando las implicaciones de integrar la IA en el proceso de evaluación curricular. Los resultados revelan áreas de concordancia y divergencia, lo que abre nuevas oportunidades para mejorar los procesos de evaluación en la educación.

Palabras clave: Biología. ChatGPT. CIPP. Educación secundaria. Evaluación curricular. Inteligencia artificial.

1. Introducción

La evaluación curricular ha sido, por mucho tiempo, un proceso largo y complicado, sin embargo, la llegada de la Inteligencia Artificial (IA) está transformando este panorama, ofreciendo nuevas oportunidades para agilizar y enriquecer este proceso. Esta investigación se adentra en el uso de la IA en un campo poco explorado, como lo es la evaluación curricular. En este contexto, se comparan los resultados de las percepciones de un grupo de docentes de secundaria y un análisis automatizado con IA (ChatGPT) sobre el programa de Biología del cuarto ciclo del Ministerio de Educación Pública (MEP) de Costa Rica, para la identificación de coincidencias y diferencias clave mediante un estudio comparativo heterogéneo. Los resultados no solo invitan a reflexionar sobre el currículo actual, sino que también abren la puerta a nuevas formas de integrar la IA como herramienta para mejorar los procesos educativos.

1.1 Evaluación Curricular y el Modelo CIPP

La evaluación curricular es un proceso sistemático y continuo que analiza la pertinencia y efectividad de los planes de estudio en relación con el contexto y las

tendencias educativas. Conforme a [1], Carreño y Chadwick destacan la función de valorar recursos y procedimientos para alcanzar metas educativas. De manera similar, Stufflebeam y Shinkfield, citados también en [1], la describen como la recopilación de datos relevantes sobre la planificación, ejecución e impacto del currículo.

Más allá de su función valorativa, la evaluación curricular garantiza la adaptación del currículo a las necesidades del entorno [2]. Por otro lado, se resalta el carácter investigativo de la evaluación curricular y su papel en la comunicación entre estudiantes, docentes y el sector productivo, asegurando la alineación de las competencias de egreso con el mercado laboral [3].

El modelo CIPP (Contexto, Insumo, Proceso y Producto) de Stufflebeam es ampliamente utilizado por su enfoque integral y su orientación a la toma de decisiones [4]. Define la evaluación como un proceso de obtención de información útil para analizar alternativas y tomar decisiones en planificación, estructuración, modificación y reciclaje [5]. Además, de acuerdo con [6], Stufflebeam y Shinkfield destacan que este modelo provee datos sobre el valor del currículo, examina su implementación en entornos reales, orientando a la toma de decisiones y propiciando la mejora continua.

Según lo planteado en [4], Stufflebeam y Shinkfield señalan que este modelo aborda cuatro dimensiones clave. La evaluación del contexto analiza factores sociales, políticos y culturales para garantizar que el currículo responda a las necesidades del entorno. La evaluación de insumos examina recursos materiales, infraestructura, financiamiento y formación docente para determinar su calidad y pertinencia [7], [4]. La evaluación de procesos revisa la implementación del currículo, la interacción docente-estudiante y la gestión de recursos [4]. Finalmente, la evaluación del producto analiza los resultados del programa, incluyendo logros académicos, competencias y aprendizajes aplicables a la vida profesional [4].

Dado su enfoque estructurado, el modelo CIPP podría beneficiarse de la integración de la IA en el análisis de los programas educativos, permitiendo identificar patrones en grandes volúmenes de datos y ofreciendo diagnósticos precisos para la mejora curricular.

1.2 Uso de la Inteligencia Artificial en la Evaluación Curricular

La IA ya se está utilizando de manera efectiva en áreas como la personalización del aprendizaje [8] y la mejora de procesos administrativos en educación [9]. Sin embargo, su aplicación en la evaluación curricular aún está en una fase de exploración. Aunque esta tecnología ha demostrado su capacidad para optimizar distintos aspectos del ámbito educativo, la integración en la evaluación de programas académicos plantea nuevos retos y oportunidades que requieren mayor investigación.

Uno de los principales aportes de la IA es su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos y generar diagnósticos rápidos y objetivos, lo que abre la posibilidad de complementar las evaluaciones tradicionales aportando información adicional que permita un análisis más detallado de los programas [8]. En este sentido, herramientas como ChatGPT, que utilizan IA generativa, podrían ofrecer una perspectiva adicional a las observaciones humanas, enriqueciendo el proceso evaluativo sin reemplazar el criterio de las personas educadoras. Este enfoque se alinea con el concepto de Inteligencia Asistida, el cual, según lo planteado en [10], retoma a

Skagestad para destacar la complementariedad entre la IA y los seres humanos en la toma de decisiones.

A pesar de que gran parte de la literatura existente se ha centrado en el uso de la IA para la evaluación del aprendizaje [11], es necesario explorar su potencial en la evaluación curricular. Este estudio busca analizar cómo la IA puede contribuir en este campo, proporcionando información objetiva para la toma de decisiones en la planificación y ajuste de los planes de estudio.

La incorporación de la IA en la evaluación educativa ha provocado un cambio de paradigma en los procesos tradicionales, trayendo consigo oportunidades y desafíos que requieren un análisis riguroso. Según Ramos Armijos et al., "la IA está cambiando la forma en que pensamos y llevamos a cabo la evaluación educativa" [11, p. 5659].

Este cambio es aparente en la capacidad de la IA para personalizar el aprendizaje, mejorar la retroalimentación y automatizar las evaluaciones de IA para que las personas educadoras puedan enfocarse en aspectos más estratégicos del proceso de aprendizaje. No obstante, es fundamental analizar cómo estas herramientas pueden utilizarse tanto para evaluar el aprendizaje del estudiantado como para evaluar y mejorar los planes de estudio, garantizando su alineación con las necesidades del contexto educativo.

Asimismo, de acuerdo con lo expuesto en [12], Bearman et al. mencionan que la IA ha despertado un creciente interés tanto de la comunidad científica como de la sociedad en general, consolidándose como una herramienta clave para optimizar procesos y mejorar la eficacia y eficiencia en diversas actividades educativas. En el mismo estudio, se expone que, el diseño curricular juega un papel fundamental, ya que permite estructurar programas educativos y orientar los aspectos didácticos, metodológicos y evaluativos pertinentes, como lo exponen Silvestre y Salgado. Sin embargo, el uso de la IA en "el área del diseño curricular es un campo que aún no ha sido suficientemente explorado" [12, p. 2], lo que resalta la necesidad de continuar investigando su potencial y aplicabilidad en los diversos entornos educativos.

1.3 Desafíos éticos y técnicos del uso de la IA en la Evaluación Curricular

La implementación de la IA en la evaluación plantea numerosos desafíos. Además, herramientas como ChatGPT plantean problemas relacionados con la originalidad del trabajo del estudiantado. El software de detección de IA puede abordar el plagio, pero un cambio de paradigma en las prácticas de evaluación de los aprendizajes es más pertinente [13]. Algunos de los principales desafíos son el sesgo algorítmico, la privacidad de los datos, así como la incapacidad de evaluar habilidades complejas como la creatividad y el pensamiento crítico [14]. En esta misma línea, diversas investigaciones advierten sobre los posibles riesgos asociados al uso de herramientas basadas en IA generativa en contextos educativos. Hernández León y Rodríguez-Conde señalan que "…el uso de chatbots como ChatGPT genera preocupaciones sobre la validez e imparcialidad de los procesos de evaluación" [15, p. 21].

Si bien estos desafíos han sido ampliamente discutidos en relación con la evaluación del aprendizaje del estudiantado, es igualmente crucial considerar su impacto en la gestión educativa, en particular en la evaluación curricular. La automatización de procesos académicos mediante IA puede influir en la toma de decisiones sobre la actualización y mejora de los planes de estudio, lo que plantea interrogantes en cuanto

a la transparencia, equidad y pertinencia de los criterios utilizados. Por ello, es fundamental que, el uso de estas tecnologías en la evaluación curricular se base en principios éticos que garanticen su fiabilidad, confiabilidad y la complementariedad con el juicio académico humano desde el pensamiento crítico.

2. Contenido

Esta investigación se enmarca en un enfoque cualitativo. Se comparan dos aproximaciones a la evaluación curricular del programa de Biología del IV ciclo del MEP: una basada en la percepción docente y otra en un análisis automatizado con IA. La primera fase consiste en la aplicación de un instrumento a un grupo de docentes de Biología del IV ciclo, con el propósito de conocer la evaluación del programa vigente. En paralelo, se lleva a cabo una revisión documental automatizada utilizando ChatGPT, analizando el programa a partir de criterios e indicadores predefinidos. La comparación de ambos análisis permite identificar coincidencias, divergencias e implicaciones sobre el uso de la IA como herramienta de apoyo en la evaluación curricular. Se emplearon técnicas de análisis cualitativo para comparar los resultados obtenidos de ambas fuentes.

La población meta incluye un grupo docentes de Biología del IV ciclo del MEP de Costa Rica, con experiencia de entre 3 y 35 años en la enseñanza de la materia. Se invitó a diversos docentes a participar en la aplicación de este instrumento. Además, ChatGPT actúa como un actor clave en el proceso, analizando los mismos criterios del instrumento, lo que permite contrastar ambas evaluaciones y explorar el potencial de la IA en la mejora de la evaluación curricular.

La construcción de los documentos para la evaluación curricular se basó en el modelo CIPP, elegido por su enfoque integral y estructurado para evaluar programas educativos. Para garantizar una evaluación completa del programa de Biología, se desarrollaron dos insumos: un instrumento llamado “BIOEvalua – Evaluación curricular del Programa de Biología” para docentes y un archivo estructurado con criterios e indicadores para ChatGPT, ambos alineados con los mismos criterios e indicadores.

El instrumento dirigido a personas docentes constó de 50 ítems, organizados en cuatro dimensiones: 12 ítems para Contexto, 10 para Insumo, 18 para Proceso y 10 para Producto, abarcando un total de 12 criterios y 17 indicadores, este instrumento fue validado por tres docentes de mucha experiencia en el campo de las ciencias. El objetivo del instrumento fue recopilar las percepciones del profesorado sobre diversos aspectos del programa de Biología, considerando su experiencia en el aula y su visión crítica del currículo. En total, 10 docentes respondieron el instrumento, generando 500 respuestas correspondientes a los 50 ítems. Para el análisis cualitativo de estas respuestas, se utilizó ChatGPT, facilitando la sistematización y clasificación de estas percepciones según dimensiones, criterios e indicadores.

Además del análisis de las respuestas docentes, ChatGPT también se empleó para evaluar el programa de Biología con base en 10 de los 12 criterios y 15 de los 17 indicadores, incluyendo ajustes en 3 de estos últimos para un análisis automatizado. La

diferencia en la cantidad de criterios e indicadores considerados en cada análisis responde a la naturaleza de cada actor, permitiendo una comparación entre las percepciones docentes y el análisis estructurado del programa con ChatGPT.

Para realizar el análisis y comparación de los resultados, se desarrollaron distintos insumos organizados en formatos estructurados. Primero, se recopilaron las respuestas del instrumento de percepción docente mediante una herramienta tecnológica de software libre para la realización de encuestas en línea, almacenando las respuestas y permitiendo su descarga en un documento de tipo hoja de cálculo. Paralelamente, los criterios e indicadores utilizados en el análisis curricular fueron almacenados en un archivo CSV, facilitando su procesamiento automatizado. El programa de Biología también se cargó en formato digital para su evaluación.

El análisis se realizó en dos etapas con ChatGPT, la primera, se empleó un prompt diseñado para clasificar las respuestas docentes según las cuatro dimensiones del modelo CIPP y su relación con los criterios e indicadores. En la segunda etapa, se utilizó otro prompt que permitió evaluar el programa de Biología con base en una versión ajustada de los criterios e indicadores, optimizada para el procesamiento automatizado. Finalmente, los resultados de ambas estrategias se compararon para identificar convergencias y divergencias entre la percepción docente y el análisis automatizado del currículo.

3. Los resultados

En este apartado se presenta una síntesis de los hallazgos más relevantes de la investigación sobre la evaluación del programa de Biología, basados en la percepción docente y el análisis de la evaluación por ChatGPT de los criterios e indicadores proporcionados. Se comparan los resultados de ambas fuentes de información para identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora.

Las personas docentes participantes fueron 5 hombres y 5 mujeres, provenientes de diversas regiones del país. Aunque el tamaño de la muestra es limitado, se buscó captar una variedad de experiencias y contextos geográficos.

A continuación, se presenta la tabla 1, la cual compara los resultados del análisis de las respuestas del cuestionario de percepción docente desde dos posiciones complementarias: un análisis humano y un análisis realizado por ChatGPT. Esta comparación busca identificar coincidencias, diferencias y hallazgos relevantes desde ambas perspectivas.

Tabla 1. Comparación de análisis de las respuestas del cuestionario de percepción docente: Análisis Humano vs. Análisis IA.

Dimensión	Criterio / Indicador	Análisis Humano respuestas positivas (% en los 2 niveles más altos)	Análisis IA respuestas positivas (% en los 2 niveles más altos)
Contexto	1. Alineación con necesidades actuales	20%	20%
	2. Problemas ambientales y sociales actuales	70%	70%

	3. Concordancia con lineamientos MEP e internacionales	80%	80%
	4. Relación con educación superior y mundo laboral	40%	56%
	5. Consideración de diversidad y equidad	30%	30%
Insumos	6. Recursos didácticos disponibles y adecuados	60%	78%
	7. Formación y actualización docente	0%	0%
	8. Infraestructura y equipamiento	33%	Docentes mencionan deficiencias (varios comentarios sobre falta de laboratorios, aulas adecuadas)
Proceso	9. Coherencia curricular	70%	89%
	10. Secuencia curricular clara y progresiva	60%	Múltiples docentes indican vacíos, repeticiones, falta de secuencia
	11. Profundidad temática	36%	Opiniones divididas, algunos mencionan necesidad de mayor profundidad
	12. Metodología de indagación adecuada	20%	Comentarios muestran insatisfacción con implementación práctica
	13. Estrategias de mediación	10%	Opiniones mixtas, sugerencias de mejora
	14. Pensamiento crítico y habilidades científicas	30%	Baja percepción
Producto	15. Componentes de evaluación adecuados	50%	Baja percepción
	16. Resultados de evaluación y nivel de aprendizaje	80%	Alta percepción
	17. Estrategias de ampliación	50%	Baja percepción

De los 17 criterios e indicadores comparados, en 14 casos (82%) hubo coincidencia entre el análisis realizado por ChatGPT y el análisis humano, lo que evidencia un alto

grado de concordancia. En los criterios 4, 6 y 9 (18%) se identificaron diferencias, atribuibles a sesgos de interpretación por parte de la IA. No obstante, incluso en estos casos, el análisis porcentual y textual de ChatGPT ofreció hallazgos complementarios y útiles para la evaluación del programa.

Con el propósito de contrastar las respuestas del profesorado, se solicitó a ChatGPT una evaluación del programa de estudio de Biología, utilizando como referencia criterios e indicadores específicos derivados del cuestionario de percepción aplicado a los docentes. En la tabla 2 se presentan únicamente algunos de los criterios entre ambos análisis, seleccionados a modo de muestra representativa, con el fin de ilustrar los hallazgos de forma concisa.

Tabla 2. Muestra de la comparación entre la evaluación del programa de Biología realizada por ChatGPT y la percepción docente.

Dimensión	Criterio / Indicador	Evaluación del programa por ChatGPT	Resultados percepción docentes del programa	Coincidencia
Contexto	1. Alineación con necesidades actuales	Cumple: currículo aborda ciudadanía, ambiente y ciencia	20%	No coincide
	2. Problemas ambientales y sociales actuales	Cumple: programa aborda estos temas	70%	Coincide moderadamente
Insumos	6. Recursos didácticos disponibles y adecuados	Parcial: se mencionan recursos, pero no especificados	60%	Coincide moderadamente
	7. Formación y actualización docente	Cumple: perfil docente comprometido	0%	No coincide (gran debilidad percibida)
Proceso	10. Secuencia curricular clara y progresiva	Cumple en teoría	Múltiples docentes indican vacíos…	No coincide (debilidad percibida)
	11. Profundidad temática	Parcial	Opiniones divididas	Coincide moderadamente
Producto	15. Componentes de evaluación adecuados	Parcial	Baja percepción: pocos estudiantes muestran interés según docentes	Coincide

Al comparar los resultados obtenidos muestran tanto coincidencias como diferencias significativas entre los análisis realizados. En cuanto a las principales coincidencias, se destacan varias fortalezas claras en el programa de Biología. En primer lugar, se observa una concordancia con los lineamientos del MEP, lo que asegura que el programa cumple con las normativas oficiales.

Además, se observó que los insumos físicos son deficientes, destacándose la falta de infraestructura adecuada y materiales específicos, lo que impacta en la calidad de la enseñanza. Se señala la necesidad de mejorar la secuencia y profundidad temática del currículo, sugiriendo que una revisión en estos aspectos podría enriquecer el aprendizaje y comprensión de los estudiantes.

A pesar de que el programa sigue los lineamientos generales, muchas personas docentes sienten que necesita una actualización para reflejar mejor las tendencias actuales y las realidades del aula. También expresan preocupación por la falta de formación continua, lo que dificulta la implementación efectiva del currículo. Estos hallazgos resaltan la importancia de revisar el programa y brindar más oportunidades de capacitación que realmente respondan a las necesidades del profesorado y del estudiantado.

Este análisis revela tanto los puntos fuertes como las áreas que requieren atención para mejorar la calidad del programa de Biología y garantizar que cumpla con las expectativas y necesidades de las personas docentes y estudiantes.

Los hallazgos sugieren que, si bien el programa está bien estructurado en papel, en la práctica enfrenta limitaciones que afectan su aplicabilidad efectiva.

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda:

- Actualización del programa: incluir contenidos emergentes y nuevas tendencias en biología, así como el uso de las nuevas tecnologías emergentes en la educación como la IA.
- Capacitación docente: diseñar programas de formación continua en metodologías activas y uso de tecnologías.
- Mejora de recursos: gestionar inversiones para actualizar laboratorios y materiales didácticos.
- Diversificación de estrategias de mediación y evaluación: implementar estrategias formativas que complementen las evaluaciones tradicionales.

4. Conclusiones

Los resultados de esta evaluación curricular muestran lo valioso que es mirar el diseño del programa de Biología desde diferentes ángulos. Al comparar lo que las personas docentes perciben, se identificaron fortalezas y oportunidades de mejora, especialmente en aspectos como la actualización del currículo, la secuencia y profundidad de los contenidos, la necesidad de actualización docente, entre otros hallazgos relevantes para una formación de calidad en la asignatura.

Más allá del marco teórico, este estudio evidencia que la combinación entre la percepción del profesorado y un análisis estructurado asistido por IA puede convertirse en una herramienta innovadora para la evaluación curricular, un área aún poco explorada. Tradicionalmente, una evaluación curricular puede tomar años para

completarse y generar resultados significativos. Sin embargo, con el apoyo de la IA, es posible obtener resultados precisos de manera inmediata, lo que permite una toma de decisiones más ágil y fundamentada. La capacidad de la IA para procesar y analizar grandes volúmenes de datos de manera eficiente abre la puerta a una mejora continua y acelerada de los programas académicos.

No obstante, estos resultados también subrayan la importancia de mantener una mirada crítica frente al uso de herramientas de inteligencia artificial. En este análisis, tres de los diecisiete criterios mostraron discrepancias claras entre el análisis humano y el de la IA, lo que evidencia posibles sesgos en la interpretación automática de los datos. Esto refuerza la necesidad de que toda aplicación de IA en educación sea siempre acompañada por el juicio experto humano, asegurando así la calidad y la pertinencia de los resultados.

Como siguiente paso, sería valioso ampliar la aplicación de esta metodología a otros programas académicos, explorando nuevas formas de integrar la IA para mejorar la alineación entre la planificación curricular y las expectativas del cuerpo docente, facilitando así una evolución dinámica y basada en evidencia de los planes de estudio.

5. Referencias

[1] M. Contreras, Modelo Integral para la Evaluación Curricular: de las variables a los instrumentos, Ciudad de México: UNAM, FES Zaragoza, 2021. Disponible: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/csociales/Modelo_integral.pdf

[2] K. Aránguiz, "Propuesta de Modelo de Evaluación Curricular para Carreras y Programas de Pregrado de la Universidad Católica de la Santísima Concepción", Tesis, Universidad del Desarrollo, Concepción, 2020. Disponible: https://repositorio.udd.cl/items/34ddca7d-60c8-46df-ac23-f50ae8d6e209

[3] M. Cely-Salazar y A. Quiñones-Urquijo, "Revisión sistemática de las características de evaluación curricular en programas académicos de pregrado a través del método PRISMA-NMA", *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, vol. 13, no. 2, pp. 150–174, 2022. Disponible: https://doi.org/10.22458/caes.v13i2.4415

[4] S. Aziz, M. Mahmood y Z. Rehman, "Implementation of CIPP Model for Quality Evaluation at School Level: A Case Study", *Journal of Education and Educational Development*, vol. 5, no. 1, pp. 189-206, 2018. Disponible: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1180614.pdf

[5] G. Pizano Chávez, "Modelos de evaluación curricular", *Revista investigación educativa*, vol. 4, no. 6, pp.15-22, 2014. Disponible: https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/view/7640/6649

[6] D. Chamorro, y M. Borjas, Investigación evaluativa curricular: Un camino a la transformación del aula, Barranquilla: Universidad del Norte, 2020. Disponible: https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/9252/978958789218

5%20eInvestigacion%20evaluativa%20curricular.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[7] S. Khwaja, Education evaluation and monitoring concepts and techniques, Michigan: Mr. Books, 2001.

[8] C. P. Tramallino y A. M. Zeni. "Avances y discusiones sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en educación", *Revista de Educación*, vol. 33, no. 64, pp. 45-60, 2024. Disponible: https://doi.org/10.18800/educacion.202401.M002

[9] E. I. Barcia Cedeño, A. R. Tambaco Quintero, O. G. Angulo Quiñónez, M. E. Prado Zamora y N. G. Valverde Prado, "Análisis de tendencias y futuro de la Inteligencia Artificial en la Educación Superior: perspectivas y desafíos", *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8, no. 1, pp. 3061–3076, 2024. Disponible: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9637

[10] V. C. González Angeletti, "Análisis Diseños Curriculares de Inteligencia Artificial en Educación Media", *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 37, 2024. Disponible: https://doi.org/10.24215/18509959.37.e19

[11] D. F. Ramos Armijos, D. G. Ramos Armijos, N. J. Ramos Armijos, V. M. Tapia Puga y L. I. Tapia Puga. "Explorando las Fronteras: la Aplicación de Inteligencia Artificial en la Evaluación Educativa", *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2024. Disponible: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9108

[12] N. Cisternas San Martín, E. Guzman Muñoz y Á. Rivas Poblete, "Inteligencia Artificial como asistente para desarrollar un currículum de educación continua basado en competencias", *Revista de Investigación Educativa*, no. 43, 2025. Disponible: https://doi.org/10.6018/rie.619441

[13] G. VanderLinde y T. Mera Cury, "El uso de inteligencia artificial y sus desafíos para la evaluación académica: una revisión de la literatura", *Cuaderno De Pedagogía Universitaria*, vol. 21, no. 41, pp. 126–137, 2024. Disponible: https://doi.org/10.29197/cpu.v21i41.564

[14] M. O. Méndez-Mantuano, M. Y. O. Morán, I. I. C. Mayorga, A. Y. L. Valdez, Á. R. H. Rosado y D. V. A. Robles, "La evaluación académica en la era de la inteligencia artificial (IA)", *South Florida Journal of Development*, vol. 5, no. 1, pp. 119–148, 2024. Disponible: https://doi.org/10.46932/sfjdv5n1-010

[15] N. Hernández León y M.-J. Rodríguez-Conde, "Inteligencia artificial aplicada a la educación y la evaluación educativa en la Universidad: introducción de sistemas de tutorización inteligentes, sistemas de reconocimiento y otras tendencias futuras.", *Revista de Educación a Distancia (RED)*, vol. 24, no. 78, 2024. Disponible: https://doi.org/10.6018/red.594651

Diseño y evaluación de aulas virtuales: consideración de los estilos de aprendizaje del estudiante actual

María Ximena Erice[1], Mónica Slipak[2], María Ana Barrozo[3], Claudia Bertolo[1], Martina Funes[1], Nora Marlia[1], Silvia Musso[1], Alejandra Todaro[2], Marcela Yelós[1]

[1]Facultad de Educación, UNCuyo (Argentina)
ximenaerice@gmail.com.ar; bertoloclaudia@gmail.com; tinafunes@gmail.com; noravmarlia@gmail.com; silviagracielamusso@gmail.com; marcelayelos@gmail.com

[2]Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo (Argentina)
mslipak@fca.uncu.edu.ar; atodaro@fca.uncu.edu.ar

[3]Facultad de Filosofía y Letras, UNCuyo (Argentina)
maabarrozo@gmail.com

Resumen. La pandemia modificó los modos de abordar los procesos de enseñanza y aprendizaje en las diversas disciplinas y formaciones. En este marco, la educación bimodal permite acceder al conocimiento a personas que pueden presentar problemáticas con los contextos y condiciones de accesibilidad. La clave de esta mirada es contar con conectividad y recursos tecnológicos. Para llevar adelante la bimodalidad es necesario tener lugares de encuentro con estudiantes, en nuestro caso son las aulas de la Facultad de Educación virtual (FEdvirtual).

Conocer como están diseñadas las aulas virtuales y como son las características de estudiantes de carreras de la Facultad de Educación, es el objeto de la propuesta. Para ello se trabajaron con instrumentos de relevamiento de información ya validados y utilizados en otras propuestas didácticas y metodológicas.

Para evaluar aulas virtuales, se trabajó con Rúbrica para la Evaluación de Cursos Híbridos de Colón Justino, Jorge E., y otros. Las categorías que se analizan son Formalismo, Contenido, Conectividad, Interactividad, Dinamismo, Multimedia, Evaluación.

Para conocer los estilos de aprendizaje se utilizó el test de Felder y Silverman.

La relación entre ambos instrumentos permitió analizar las estrategias metodológicas y didácticas a proponer en las asignaturas dictadas en la Facultad donde se aborda la enseñanza de las Ciencias Naturales y Ambientales.

Palabras claves: Aulas virtuales. Estilos de aprendizaje. Estrategias de enseñanza.

1. Introducción

Los modelos híbridos en los escenarios educativos actuales se encuentran en estado de transición constituyendo un desafío en la dicotomía presencial-virtual. La situación de pandemia introdujo rápidamente a los sistemas educativos en la virtualidad. Luego, la transición hizo que comenzara a jugar fuertemente la posibilidad de que coexistan ambos sistemas.

Claudio Rama [1], argumenta a favor de lo que él llama la educación híbrida, donde ilustra que la pandemia, el encierro forzoso y la distancia social, permitieron poner en práctica una combinación virtuosa entre la educación presencial y la educación virtual. El modelo permite un uso eficiente de la infraestructura, otorga al estudiante una mayor libertad de configurarse un traje a la medida de su proceso de aprendizaje y posibilita al docente la combinación de estrategias de enseñanza con una fuerte impronta en el uso de las TIC y la IA. Esta macrotendencia muestra el avance de un nuevo paradigma educativo. El modelo híbrido o B-Learning combina la eficiencia comunicativa de la presencialidad con materiales y recursos online que permite desarrollar y afianzar saberes, de modo de favorecer el progreso de multitud de competencias de aprendizaje y del uso de las TIC. [2]

En este tipo de enseñanza, tanto profesores como estudiantes, se encuentran con una enseñanza mixta (sincrónica, asincrónica, no presencial) lo que posibilita llegar a cualquier persona con acceso a Internet. Hallamos así que hay diferentes características distintivas para categorizar el aprendizaje híbrido: el tiempo (el cuándo), el espacio (el dónde) y por último la interacción (el cómo).

Sobre las claves para ensamblar la presencialidad y la virtualidad Ángeles Soletic [3] propone pensar críticamente en las posibilidades de un cambio que ofrezca respuestas al escenario presente pero que, al mismo tiempo, aliente la integración genuina de las tecnologías en la enseñanza y motorice un proceso de transformación para construir un sistema educativo más inclusivo, flexible e integrado en la cultura digital.

El término “híbrido” funciona como una metáfora que estructura la comprensión y permite dar cuenta de la interacción de distintos elementos, sincrónico/asincrónico, online/presencial, formal/informal, y su combinación con modelos híbridos en escenarios educativos en transición y con diversas herramientas y plataformas. Reconoce desigualdades de conectividad e inequidad en el acceso a dispositivos.

En relación con el análisis posible de lo que sucede en las aulas (físicas y virtuales) y el/la estudiante, encontramos el trabajo de Ramírez León y Yasunari del Valle [4], donde establecieron una relación entre el modelo e-learning y teorías pedagógicas como lo son los estilos de aprendizaje y estrategias de enseñanza. El objetivo del estudio que realizaron, fue definir una aproximación teórico metodológica del procedimiento de adaptación del diseño de unidades didácticas a las dimensiones de estilos de aprendizaje de Felder & Silverman [5] dirigida a entornos de enseñanza-aprendizaje virtual. El principal resultado de la investigación fue una metodología de adaptación del diseño de unidades didácticas a estilos de aprendizaje, cuyas etapas fueron precisadas a partir de la aplicación de un esquema de adaptación previamente definido en base a la teoría de estilos de

aprendizaje de Felder, los métodos pedagógicos, las estrategias de enseñanza y los medios electrónicos asociados a cada estilo de aprendizaje.

En este sentido y como resultado de su investigación, Puello, Plinio; Fernández, Diyina y Cabarcas, Amaury [6] han desarrollado una herramienta para detectar los estilos de aprendizaje en estudiantes que utilizan Sistemas de Gestión del Aprendizaje (SGA) en el test de Felder y Silverman.

El uso de las aulas virtuales como modo de llevar adelante la bimodalidad hace interesante y necesario analizar y relacionar las características del estudiante actual con los diseños de aulas.

Uno de los tópicos a identificar son los estilos de aprendizaje de los estudiantes. La bibliografía actual plantea que es importante en los procesos de enseñanza y aprendizaje considerar la innovación teniendo en cuenta las potencialidades en tecnologías e inteligencia artificial. Formar implica tener en cuenta la educación integral, considerando la afectividad, la expresión artística, la interacción social y el ejercicio de los diferentes tipos de inteligencia.

Investigaciones en la neurofisiología y en la psicología han dado como resultado que no existe una sola forma de aprender, cada persona tiene una forma o estilo particular de establecer relación con el mundo que le permite aprender.

La noción de que cada persona aprende de manera distinta a las demás permite buscar las vías más adecuadas para facilitar el aprendizaje, sin embargo, hay que tener cuidado de no “etiquetar”, ya que los estilos de aprendizaje, aunque son relativamente estables, pueden cambiar; pueden ser diferentes en situaciones diferentes siendo susceptibles de mejorar.

Para la investigación se ha tomado como referencia al Modelo de estilos de aprendizaje de Felder y Silverman el cual clasifica cuatro estilos de aprendizaje a partir de cinco dimensiones, las cuales están relacionadas y pueden ser explicadas a partir de preguntas y respuestas. Las dimensiones son las siguientes:

Sensitivos: En la obtención de información son concretos, prácticos, orientados hacia hechos y procedimientos; les gusta resolver problemas siguiendo procedimientos muy bien establecidos; tienden a ser pacientes con los detalles; gustan de trabajo práctico (trabajo de laboratorio, por ejemplo); memorizan hechos con facilidad; no gustan de cursos a los que no les ven conexiones inmediatas con el mundo real.

Intuitivos: En la búsqueda de información son conceptuales; innovadores; orientados hacia las teorías y los significados; les gusta innovar y odian la repetición; prefieren descubrir posibilidades y relaciones; pueden comprender rápidamente nuevos conceptos; trabajan bien con abstracciones y formulaciones matemáticas.

Visuales: En la obtención de información prefieren representaciones visuales, diagramas de flujo, diagramas, recuerdan mejor lo que ven.

Verbales: Prefieren obtener la información en forma escrita o hablada; recuerdan mejor lo que leen o lo que oyen.

Activos: Tienden a retener y comprender mejor nueva información cuando hacen algo activo con ella (discutiéndola, aplicándola, explicándosela a otros). Prefieren aprender ensayando y trabajando con otros.

Reflexivos: Tienden a retener y comprender nueva información pensando y reflexionando sobre ella, aprenden meditando, pensando y trabajando solos.

Secuenciales: Aprenden en pequeños pasos incrementales cuando el siguiente paso está siempre lógicamente relacionado con el anterior; ordenados y lineales; cuando tratan de solucionar un problema siguen pequeños pasos lógicos.

Globales: Aprenden el nuevo material casi al azar y "de pronto" visualizando la totalidad; pueden resolver problemas complejos rápidamente y proponer formas innovadoras.

Inductivos: Entienden mejor la información cuando se les presentan hechos y observaciones y luego se infieren los principios o generalizaciones.

Deductivo: Prefieren deducir ellos mismos las consecuencias y aplicaciones a partir de los fundamentos o generalizaciones.

El otro elemento de evaluación es el aula virtual. Para saber cómo se trabaja es necesario indagarla y ponerla en valor. En la búsqueda bibliográfica nos encontramos con un modelo de rúbrica para la Evaluación de Cursos Híbridos. [7] Los autores basan su producción en Barriga, F. [8]

La rúbrica provee criterios que permiten evaluar cursos compuestos por una modalidad virtual y presencial. El mismo tiene como función determinar si el curso cumple con los criterios necesarios para su implementación. Las categorías que se analizan son Formalismo, Contenido, Conectividad, Interactividad, Dinamismo, Multimedia, Evaluación.

Cada una de estas categorías deben ser ponderadas con una escala del 0 a 2 p, con un total de puntaje de 40 puntos.

Los valores son: si presenta evidencia: 2 p, si la evidencia es parcial: 1 p y si no se evidencia: 0 p.

2. Contenido

2.1 Objetivo general del proyecto

- Analizar y evaluar las estrategias de hibridación implementadas en espacios curriculares de dos (2) carreras presenciales de la Facultad de Educación de la UNCuyo durante los ciclos lectivos 2023 y 2024 (Profesorado en Educación Primaria y Tecnicatura en Educación social) a partir de la relación entre la caracterización de estilos de aprendizaje de estudiantes de 3er año del Profesorado de Educación primaria y de Educación social a partir del modelo de Felder y Silverman y la valoración y el análisis de las respectivas aulas virtuales.

2.2 Propuesta de trabajo, metodología y análisis

En muchos casos, como es la Facultad de Educación, UNCuyo, la puesta en marcha de la FED virtual (https://fedvirtual.educacion.uncu.edu.ar) fue un avance y logro para todos los y las que participan de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto llevó al equipo a pensar en evaluar las propuestas de aulas virtuales para el abordaje de la educación científica en Ciencias Naturales y Educación ambiental, de manera de analizar cómo funciona la bimodalidad en términos de uso del aula y resultados del dictado de los espacios curriculares. Dos tópicos han sido objeto de análisis, por un lado, caracterizar a los y las estudiantes

desde sus estilos de aprendizajes y por el otro analizar cómo están planteadas las aulas en términos técnico-didácticos.

El primer tópico, se pensó en aplicar instrumentos o herramientas ya validadas por equipos de investigación para identificar los perfiles de los y las estudiantes actuales. Para ello se utilizó y aplicó el instrumento ideado y valorado por Felder y Silverman que establece cuatro categorías que clasifican los estilos de aprendizaje, pero con cinco dimensiones de análisis. Este análisis tiene la intención de adaptar y mejorar las prácticas docentes conociendo cómo se aprende mejor.

Para conocer los estilos de aprendizaje se aplicó el test a 48 estudiantes de Didáctica de las Ciencias Naturales II (DCN II -2023) y 25 estudiantes de Educación ambiental (EA- 2024) y se evaluó cada aula virtual de los respectivos espacios curriculares.

Luego de aplicado el test, obtuvimos las siguientes caracterizaciones para cada una de las dimensiones, que fueron ordenadas en la tabla 1:

Tabla 1. Resultados del procesamiento del test en estudiantes de carreras FEd

Dimensiones	**% de respuestas de estudiantes**	
Relativa a la información	**DCN II**	**EA**
Sensorial	81 %	68%
Intuitiva	19%	32%
Relativa al tipo de estímulo preferencial		
Visuales	79 %	84 %
Verbales	21 %	16 %
Relativa a modos de procesar y comprender la información		
Secuenciales	73 %	48%
Globales	27 %	52%
Relativa a la forma de trabajar		
Activo	92 %	80 %
Reflexivo	8 %	20 %

• **Dimensión relativa a la información: Sensorial – Intuitivo.**

Con respecto a la primera dimensión se observa en los dos grupos que los estudiantes perciben la información cognitiva en forma **sensorial**. Esto significa que son concretos y prácticos, necesitando establecer relaciones entre el conocimiento y el mundo real y aprender a través de procedimientos claros y bien determinados.

A pesar de tener un porcentaje menor de estudiantes con el acceso intuitivo de la información es importante considerar que son estudiantes que gustan de la innovación, establecen relaciones, realizan sus trabajos en tiempo breve y valoran los procesos en donde se pone en juego fuertemente la memoria.

Es importante a la hora de proponer estrategias en las nuevas aulas virtuales actividades en donde apliquen el pensamiento concreto.

• **Dimensión relativa al tipo de estímulos preferenciales: Visuales – Verbales**

En la segunda dimensión, estudiantes son más **visuales** al momento de percibir la información, es decir que recuerdan mejor lo que ven, aprendiendo en forma más

eficiente a través de representaciones visuales: gráficas, películas, presentaciones, esquemas, diagramas, etc. Estudiantes con esta característica se diferencian fuertemente de aquellos que presentan mayor predisposición en lo verbal obteniendo preferentemente la información mediante diversas fuentes escritas o habladas, tales como, podcasts, clases grabadas, lectura bibliográfica, etc. Esta característica preocupa mucho cuando es necesario hacer lecturas de textos, ya que deben complementarse con recursos audiovisuales u otros para lograr la comprensión de la temática.

Se hace necesario que los y las estudiantes produzcan sus propios textos explicativos sobre lo comprendido.

- **Dimensión relativa a la forma de procesar y comprender la información: Secuenciales – Globales**

Al considerar la tercera dimensión, los estudiantes de la Didáctica de las Ciencias Naturales II progresan en sus aprendizajes comprendiendo el conocimiento en forma **secuencial.** Esto significa que aprenden por etapas, siguiendo un orden lógico, con dificultades para la resolución de problemas complejos que requieran una comprensión total o global.

A diferencia del aprendizaje secuencial, estudiantes que aprenden sin seguir un orden, que entienden fácilmente el sentido global de un conjunto de información y resuelven problemas en forma novedosa tienen un estilo de aprendizaje holístico. En cambio, respecto al estilo de aprendizaje de los estudiantes en Educación ambiental se presenta porcentajes semejantes entre secuencial y global. En esta dimensión y relacionando este punto con el perfil de egreso de las y los estudiantes, es claro que la formación en la Tecnicatura en Educación social apunta más a miradas globales e interrelacionadas donde aplican el principio hologramático, pilar base de la perspectiva de la complejidad.

Las actividades de campus en la Didáctica de las Ciencias Naturales apuntan a poder tener aprendizajes secuenciales como son la producción de planificaciones y secuencias didácticas y complementar con la resolución de problemas de manera heurística de modo de poder hacer que los y las estudiantes puedan aplicar la idea de zoom, de ir-venir sobre lo general de una situación y cuando es necesario focalizar en los detalles.

- **Dimensión relativa a la forma de trabajar con la información: Activo – Reflexivo**

Por último, al considerar la cuarta dimensión se observa que estudiantes en ambos espacios curriculares manifiestan ser **activos** en el momento de organizar y procesar la información. Esto significa que tienden a comprender mejor la información cuando trabajan en forma dinámica con ella, es decir, usándola en situaciones concretas, explicándoles a otros, debatiendo sobre sus aplicaciones, les gusta trabajar en grupo, prueban los nuevos conocimientos para saber cómo funcionan, aprenden mejor haciendo, etc.

Esta tendencia coincide con lo visto en la primera dimensión. "…. *significa que son concretos y prácticos, necesitando establecer relaciones entre el conocimiento y el mundo real y aprender a través de procedimientos claros y bien determinados"*.

En el aula es necesario incluir actividades que desarrollen la reflexión o metacognición como estrategias de enseñanza, así poder lograr el desarrollo de estrategias de pensamiento superior. Una estrategia de metacognición importante

es la reflexión diaria sobre lo aprendido, poderse separar de lo concreto y formal y poder mirar más en términos de competencias necesarias a construir como futuro profesional. Educación y formación con sentido.

Como propuestas generales para los perfiles identificados deberíamos prever en nuestras aulas actividades que combinen estrategias donde esté la percepción cognitiva en forma sensorial pero también posibilitando la explosión de las ideas o saberes intuitos, ser visuales, pero posibilitando la lectura y producción de textos, ello conlleva la reflexión y favorecer con actividades el pensamiento y mirada en zoom. Esta categoría la hemos trabajado al interior del grupo de investigación, flexibilidad para mirar el todo y las partes y volver al todo. Esa se debe enseñar y proponer.

Como segundo tópico, conocer y evaluar cómo son las aulas virtuales diseñadas en espacios de abordaje de Ciencias Experimentales y ambientales. Para valorar las aulas se plantea el modelo desarrollado por Colón Justino y otros.

Para la valoración de cada aula se seleccionaron 3 integrantes del equipo cuyas especialidades son distintas a las Ciencias Naturales y la Educación ambiental. Los perfiles de las docentes están relacionados con la Ciencia de la Educación y la Comunicación, no son parte de los equipos docentes de los espacios curriculares. Validaron el instrumento y valoraron las aulas virtuales.

La escala de valores es considerada de la siguiente manera: si presenta evidencia: 2 p, si la evidencia es parcial: 1 p y si no se evidencia: 0 p.

Los resultados del análisis se observan en la tabla 2:

Tabla 2. Características de las Aulas Virtuales de Didáctica de las Ciencias Naturales II y Educación Ambiental

CARACTERÍSTICAS DE LAS AULAS	DCN II	EA
FORMALISMO		
Presenta bienvenida, introducción, guía de usuario (documento o video) y prontuario.	2	0
Presenta objetivos específicos y medibles relacionados al curso.	2	2
Se evidencia el uso correcto de la gramática española, inglesa o de cualquier otra lengua a emplearse en el curso.	2	2
CONTENIDO		
El contenido del curso responde al nivel académico y está apoyado en teorías del campo de estudio.	2	2
Las actividades están relacionadas al contenido y se alinean a los objetivos del curso.	2	2
Las actividades propician el desarrollo de esquemas de resolución de problemas.	2	2
CONECTIVIDAD		
El curso presenta flexibilidad y accesibilidad.	2	2
Permite el trabajo en red y de manera presencial de agentes educativos y aprendices.	1	2
Facilita las posibilidades al trabajo grupal y colaborativo.	2	1
INTERACTIVIDAD		
El ambiente motiva al estudiante y propicia el aprendizaje.	2	2

Potencia el protagonismo del aprendiz.	1	1
Facilita la adaptación a distintos ritmos de aprendizaje.	2	1
El módulo es interactivo y se da una retroalimentación efectiva.	1	0
DINAMISMO		
El curso trabaja con simulaciones de situaciones reales	1	1
Asegura la situatividad del entorno de aprendizaje contextualizando las actividades.	2	1
MULTIMEDIA		
Presenta recursos multimedios que apoyan el contenido.	1	1
Las herramientas digitales cumplen con los objetivos del componente virtual. Utiliza: Google Docs, Sheets, Slides,	1	1
EVALUACIÓN		
La evaluación del curso va orientada hacia el proceso más que a los resultados.	2	2
TOTAL	30/40	25/40

La Evaluación de la Didáctica de las Ciencias Naturales II (DCN II) manifiesta que de un total de 40 puntos que significaría un aula con todas las características al máximo, la evaluación es de 30 puntos, donde las diferencias están fundamentalmente en las actividades interactivas, el dinamismo y la diversidad de recursos multimedios utilizados. El aula presenta una impronta interesante respecto a lo formal, presentación general, ubicación témpora-espacial. Una pestaña con respuestas a preguntas frecuentes. Se evidencian buenas propuestas de actividades y materiales didácticos que invitan al análisis y reflexión por parte del estudiante. Sería interesante presentar algunas actividades grupales de interacción y de diálogo. No se visualizan actividades de búsqueda de materiales nuevos o distintos al de docentes.

En la evaluación de Educación Ambiental (EA) se manifiesta que de un total de 40 puntos que significaría un aula con todas las características al máximo, la evaluación es de 25 puntos donde las diferencias están fundamentalmente en las actividades interactivas, el dinamismo, la diversidad de recursos multimedios utilizados y la conectividad vista en actividades para trabajar en red, grupo.

El inicio del aula, la bienvenida y el poner al estudiante en un lugar de importancia para el proceso, como la invitación a desarrollar tales saberes no se presenta claramente. En términos generales se evidencian buenas propuestas de actividades y materiales didácticos que invitan al análisis y reflexión por parte del estudiante, textos que ayudan a la reflexión, con evaluaciones acorde a la forma de dictado.

3. Conclusiones

Luego de aplicados los instrumentos en los dos tópicos que interesa relacionar es que planteamos una serie de recomendaciones para el diseño del aula virtual en

relación al estudiante actual. Los tipos de actividades que son importantes de incorporar son:

Lectura de textos cortos pero sistematizados, secuenciados y con elaboración posterior de diagramas, mapas conceptuales, esquemas, representaciones, infografías, gráficos.

Experiencias de laboratorio que permitan interactuar con laboratorios, simulaciones interactivas o modelos tridimensionales, favoreciendo a los estudiantes la exploración de conceptos de manera visual y práctica.

Diseño de proyectos en grupo, juego de roles. La incorporación de la gamificación es muy importante para motivar a los alumnos. [9]

Análisis de situaciones y casos del mundo real que sean relevantes para el contenido que se está enseñando. Incorporación de materiales manipulables.

Generación de trabajos en grupo (foros) donde se promueva la discusión de ideas y procesamiento de información de manera más efectiva.

Incorporación de aplicaciones o herramientas digitales que hacen que el aprendizaje sea más atractivo y accesible.

Refuerzo de información a través de diferentes formatos (audios, videos, lecturas) para ayudar a consolidar el aprendizaje.

Como marco general sería importante incorporar alguna herramienta de inteligencia artificial de búsqueda, producción y planteos didácticos, pero desde la gesta de pensamiento crítico respecto al uso de la misma.

4. Bibliografía

[1] C. Rama, "La nueva educación híbrida", [En línea], Disponible en: https://www.udual.org/principal/wpcontent/uploads/2021/03/educacion_hibrida_isbn_interactivo.pdf. [Accedido: 7-may-2025].

[2] E. B. Luna y S. M. Ruiz, "Indicadores de calidad para la evaluación de plataformas virtuales", *Revista Internacional de Aprendizaje y Cibersociedad*, vol. 19 n°. 2, 2016.

[3] Á. Soletic, "Modelos híbridos en la enseñanza: claves para ensamblar la presencialidad y la virtualidad", [En línea], Disponible: https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2021/08/INF-EDU-Modelos-hi%CC%81bridos.pdf. [Accedido: 7-may-2025].

[4] Y. Ramírez León, "Adaptación del diseño de unidades didácticas a estilos de aprendizaje en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje" (Tesis doctoral, Universidad de Granada), 2016.

[5] R. M. Felder y L. K. Silverman, "Aprender y enseñar estilos en ingeniería de la educación", *Engr. Educación*, vol. 78 n°. 7, pp. 674–681, 1988.

[6] P. Puello y D. Fernández, "Sistema para la detección de estilos de aprendizaje", *I+ D Revista de Investigaciones*, vol. 2 n°. 2, pp. 41–48, 2013.

[7] J. E. Colón Justino, M. J. Gómez y Y. Rodríguez-Cruz, "Rúbrica para la Evaluación de Cursos Híbridos", [En línea] Disponible:

https://es.slideshare.net/slideshow/rbrica-para-evaluarcursos-hibridos/75406924. [Accedido: 7-may-2025].

[8] F. Barriga, “Principios de diseño instruccional de entornos de aprendizaje apoyados con TIC”, *Tecnología y Comunicación Educativas*, n°. 41, pp. 5–16, 2005.

[9] D. E. Olmedo-Flores, G. J. Gordon-Merizalde, H. M. Jara-Zarria, M. E. Chuqui-Shañay, S. X. Lema-Coordonez y D. A. Palaguaray-Guagrilla, “La eficacia de la gamificación en el fomento de la motivación y el aprendizaje activo en aulas virtuales”, *Revista Científica Retos de la Ciencia*, vol. 1, n°. 4, pp. 239–251, 2024.

Inclusión de la Inteligencia Artificial (IA) en la Educación en Cambio Climático (ECC): una articulación desafiante y conflictiva

John William Barreto Cárdenas[1], William Manuel Mora Penagos[2]

[1] Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)
jwbarretoc@udistrital.edu.co

[2] Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)
wmora@udistrital.edu.co

Resumen. Partiendo de asumir los problemas climáticos como "problemas perversos", por su naturaleza controversial, desestructurada y de alta complejidad, que no permiten resolverse de manera lineal, se enfatiza que la IA puede ser una herramienta valiosa para abordar estos problemas dada su capacidad de analizar datos y simular escenarios. En esta comunicación se discute la inclusión de la inteligencia artificial (IA) en la educación en cambio climático (ECC), subrayando la necesidad de adoptar enfoques sistémicos, transdisciplinarios y críticos para su enseñanza, argumentando que su implementación enfrenta tensiones y desafíos, como la dependencia tecnológica que podría debilitar habilidades críticas de los estudiantes y la falta de formación adecuada de los docentes, articuladas a la insuficiente implementación de las políticas y normatividad en los currículos, por parte de las autoridades educativas, para así facilitar la integración urgente de una educación climática efectiva.

Palabras clave: IA, Educación en Cambio Climático, Desafíos educativos, problemas perversos, complejidad.

1. Introducción

El concepto de "problema perverso" [1] está intrínsecamente ligado a la teoría de la complejidad y se caracteriza por la interacción de múltiples factores interdependientes, lo que hace que su resolución no sea lineal ni predecible. En el ámbito de las políticas de planificación y gestión, este término se emplea para describir situaciones sociales, económicas y ambientales que desbordan las estrategias tradicionales de intervención y que, pese a la aplicación de las mejores prácticas conocidas, estos problemas no solo persisten sino que incluso se agravan con el tiempo tornándose cada vez más "perversos" debido a su naturaleza multidimensional y también debido a que también generan desafíos adicionales al involucrar a múltiples actores con intereses, valores y perspectivas divergentes, que por ejemplo se presentó en la pandemia del covid-19 que

articuló una crisis global ambiental de naturaleza climática – sanitaria, que desafió la relación: conocimiento- economía – política, en la toma de decisiones.
Desde una perspectiva organizacional y de gobernanza, estos problemas actúan tradicionalmente desde una "fuerza de fragmentación", polarizando a las partes interesadas y dificultando la toma de decisiones consensuada, pertinente y a tiempo. Esta fragmentación puede manifestarse en conflictos políticos, resistencia al cambio o disputas sobre las causas y soluciones de un problema, lo que obstaculiza la cooperación necesaria para abordarlo de manera efectiva. En este sentido, algunos enfoques tradicionales de gestión de crisis pueden resultar ineficaces, ya que parten de una lógica de causalidad simple que no se ajusta a la naturaleza urgente, incierta, dinámica y emergente de los problemas perversos.
Frente a estos desafíos, algunos expertos [2] han argumentado que, en ciertos casos, adoptar un enfoque de "no hacer nada" pareciera ser una estrategia razonable, especialmente cuando las intervenciones tradicionales aparecen como ineficaces o incluso contraproducentes. Sin embargo, otros señalan que los problemas perversos no pueden resolverse con las mismas herramientas, estructuras y procesos que contribuyeron a su origen [3]. Esto exige un cambio de paradigma en el diseño de soluciones, fomentando enfoques innovadores, adaptativos y transdisciplinarios que aborden la complejidad de forma integral. Se requieren nuevos modelos de gobernanza, co-creación de soluciones tecnológicas y sociales que permitan identificar patrones, simular escenarios y tomar decisiones basadas en datos. En este marco, la inteligencia artificial, la ciencia de datos y el pensamiento sistémico son clave para reconfigurar estrategias que mitiguen efectos y aborden causas estructurales.

2. Importancia de la incorporación de la IA en la escuela

Desde la perspectiva del pensamiento complejo, consideramos que bajo los principios de distinción (dialógico), conjunción (causalidad circular), implicación (hologramático), de Edgar Morin [4], que invitan a reformar la forma de pensar, se podría aportar a una ECC que rompa con los enfoques simplistas, disyuntivos, y reduccionistas para así promover un pensamiento sistémico, de distinción / conjunción, adaptación. Una visión compleja de los problemas climáticos y su educación podrían aprovechar de la IA como herramienta poderosa para analizar problemas ambientales desde múltiples dimensiones sistémicas, generar modelos descriptivos, explicativos y predictivos que fomenten una comprensión interconectada de los problemas actuales del mundo, asociados al cambio climático. No obstante, su implementación debe realizarse de manera crítica, pues los riesgos de su uso en campos como la ética y la equidad deben asegurar que no reemplacen, la reflexión humana, como tampoco la libertad de expresión y la propiedad intelectual [5], por lo que nos preguntamos cómo podemos educar mediante la IA para un futuro socialmente justo y equitativo. Si queremos formar ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos del cambio climático, debemos enseñarles a pensar la complejidad y en ese camino, la IA puede ser una gran aliada.

Andreas Schleicher, director de educación en la OECD (responsable del informe PISA), sostiene que la IA puede transformar la educación al fomentar habilidades del

siglo XXI como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación mientras que, los cambios ambientales (ecológico /económico /sociales) avanzan rápidamente por la globalización, la digitalización y la crisis climática, pero los sistemas educativos, sin embargo, evolucionan más lento por su estructura, la burocracia o la necesidad de estabilidad curricular. Y aunque, esta cautela a veces garantiza calidad, en otras retrasa la adaptación a las verdaderas necesidades de los estudiantes y del mercado laboral, ampliando la brecha entre tecnología y formación, y afectando la relevancia educativa [6].

2.1. Inteligencia artificial en la educación sobre cambio climático

Actualmente, los contextos de aprendizaje basados en la inteligencia artificial tienen dos aplicaciones principales: La detección de emociones y la educación adaptativa. En el caso de la detección de emociones, el cambio climático es un campo bien documentado con adolescentes y preadolescentes; generalmente se ha descrito a la población joven en esas edades como pesimista, fatalista, ansiosa, culpable, impotente, desinteresada o resignada sobre el problema [7]. Detectar emociones en estudiantes suele basarse en preguntas cerradas, baja interacción u observación directa, pero con IA y bots, es posible facilitar esta detección, personalizar la enseñanza, mejorar contenidos y estrategias, y generar informes automáticos sobre el estado emocional. En educación adaptativa, el diseño de nuevos contenidos incluye pensamiento computacional, donde la minería de datos permite identificar patrones, anticipar acciones del usuario y tomar decisiones como ajustar la retroalimentación o modificar la secuencia de contenidos. [8]

Una simulación climática completa que abarque todo el planeta y la atmósfera a escala anual global requeriría grandes supercomputadoras que aún no tenemos a disposición (por lo menos al público), pero existen simulaciones y visualizadores climáticos interactivos que permiten a usuarios o estudiantes observar los cambios resultantes de la introducción de diferentes variables en el cambio climático. Por ejemplo, existen juegos disponibles en internet permiten manipular diferentes aspectos del cambio climático modificando diversos parámetros que, en la vida real, generan cambios en el clima [9], y otras permiten a los usuarios ver, por ejemplo, la circulación atmosférica global o realizar experimentos sobre los efectos de los aerosoles en el clima, lo que permite interactuar con los parámetros que controlan esta circulación, como la velocidad del viento o la latitud de reproducción de la atmósfera. (p.ej. https://www.climateinteractive.org/ https://www.ncdc.noaa.gov/wct/ https://www.ventusky.com/ https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine)

En cuanto a la inteligencia artificial asociada a las simulaciones es importante tener en cuenta que estas permiten tomar decisiones individualizadas y adaptativas basadas en la personalidad y el contexto sociocultural del usuario. La educación puede beneficiarse del desarrollo de estas simulaciones mediante la creación de entornos de aprendizaje basados en simulaciones sintéticas basadas en principios pedagógicos constructivistas que, gestionadas por IA, pueden recomendar tareas y recursos adecuados al proceso andragógico del individuo. [10]

Diversos paneles de expertos también abordan las barreras a la implementación de la inteligencia artificial en la educación del cambio climático. Aunque, en general,

indican que todavía no hay muchos docentes que utilicen la IA en sus clases, se destaca que el personal docente informado y con experiencia en el tema se encontraba avanzando bastante en el tema. Se explicó también que los docentes no suelen plantear problemas relacionados con el cambio climático debido a la falta de tiempo y de apoyo pedagógico, y que el principal motivo por el que no utilizan la IA es la desigualdad de acceso a tecnología de calidad, la falta de formación específica y de contenidos digitales relevantes y fiables en los idiomas nativos. [11]

Actualmente, hay varios programas piloto basados en IA, realidad virtual y gamificación, donde las autoridades educativas capacitan a docentes participantes y la mayoría recibe financiamiento externo, ya sea público, privado o mediante donaciones. Estos programas incluyen propuestas como apps educativas, formación docente para integrar entornos digitales y estrategias activas sobre cambio climático y también promueven la autonomía del alumno, el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales, y la evaluación formativa para mejorar el aprendizaje. [12]

Se han planteado diversas ventajas del uso de la IA en los entornos de aprendizaje, que el alumnado percibe con creciente claridad, puesto que ofrecen herramientas útiles para movilizar contenidos y fomentar una actitud crítica, promoviendo el paso de la simple memorización a la aplicación del saber en contextos sociales y culturales. Además, los sistemas basados en IA pueden adquirir tanto conocimientos abstractos como estrategias para resolver problemas, favoreciendo un aprendizaje más efectivo. Para ello, los entornos deben ser personalizables, adaptativos y flexibles, con estructuras de conocimiento y mecanismos de razonamiento sólidos, independientes del dominio y centrados en el usuario. [13]

2.2. Desafíos de los profesores como articuladores de estas tensas relaciones

Muchos docentes señalan que los exámenes actuales limitan su capacidad para abordar el cambio climático, ya que se enfocan más en sus impactos que en las soluciones, reduciendo el debate sobre aspectos sociopolíticos. Además, gran parte del profesorado carece de formación adecuada para enseñar este tema y se siente sobrecargado por el currículo, lo que dificulta una educación climática integral. También hay poco apoyo de las autoridades y falta de recursos adecuados, lo que obstaculiza la creación de aprendizajes pertinentes. Aunque la mayoría de los docentes reconoce la importancia de incluir el cambio climático en el currículo, las barreras administrativas y la falta de consenso afectan su implementación, por lo que estos desafíos exigen cambios sistémicos en las políticas educativas para lograr un enfoque más integrado [14].

3. Tensiones y desafíos de la inclusión de la IA en la educación para el cambio climático en la escuela

Como se trata de ver las dos caras de la moneda en esta articulación conflictiva entre la Inteligencia Artificial (IA) y la Educación para el cambio Climático (ECC), es importante ahora revisar algunos de los principales riesgos a los que se está expuesto

en este tipo de entornos de aprendizaje enriquecidos y que seguramente avance a pasos agigantados en casi todas las partes del mundo. Por ello, a continuación, se muestran algunos riesgos en tres aspectos principales: Riesgo a la humanidad directamente, riegos a la cultura y riesgos éticos:

3.1. Riesgos a la sociedad humana:

3.1.1. Dependencia de la tecnología

Autores como Al-Raeei [15], Anderson [16], Antonenko & Abramowitz [17], y Dieterle, Dede & Walker [18], destacan que la dependencia excesiva de herramientas de IA puede debilitar las habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y análisis independiente en los estudiantes. Esta dependencia puede hacer que los estudiantes se vuelvan menos críticos ante la información que reciben, limitando su capacidad para profundizar en temas complejos como el cambio climático.

3.1.2. Desplazamiento laboral de educadores:

Este riesgo es mencionado por Anderson (2024), Chen et al. (2023), y Lewis, Toney & Shi (2024), quienes subrayan la inseguridad laboral que enfrentan los educadores en un panorama educativo cada vez más automatizado. Con la incorporación de sistemas de IA en la educación, existe la preocupación de que estas tecnologías reemplacen ciertos roles docentes tradicionales, contribuyendo a la inestabilidad laboral entre educadores. Este desplazamiento podría resultar en una reducción de la interacción humana en ambientes educativos, afectando negativamente la calidad de la educación y la experiencia de aprendizaje.

3.1.3. Desigualdad en el acceso a tecnologías de IA:

Al-Raeei [15] resalta que la integración de la IA puede exacerbar las disparidades educativas (lo que podría llamarse injusticia tecnológica), especialmente para los estudiantes de comunidades marginadas y/o excluídas que tienen acceso limitado a tecnología y recursos necesarios. La implementación de IA en la educación puede exacerbar las desigualdades existentes, ya que no todas las escuelas tienen el mismo acceso a tecnologías avanzadas. Esto puede resultar en disparidades en la calidad de la educación ambiental y limitar las oportunidades de aprendizaje para estudiantes de entornos desfavorecidos. Otros autores como Chen et al. [19] y Komendantova & Erokhin [20] han señalado que la falta de recursos en ciertos contextos educativos profundiza esta brecha digital, lo que impide que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a una educación de calidad sobre el cambio climático.

3.1.4. Impactos en la salud mental:

Lewis, Toney & Shi [21] discute cómo la presión para interactuar con tecnologías avanzadas como la IA puede contribuir al estrés y la ansiedad en los estudiantes, especialmente si perciben que sus comportamientos son monitoreados o manipulados. Este aspecto puede afectar el bienestar emocional y la confianza en las capacidades de los estudiantes, generando un entorno de aprendizaje poco saludable e incluso un poco hostil.

3.1.5. Desinformación y ciberacoso:

Como lo indican los estudios de Michels [22] y Richards & Worden [23], la información generada por la IA no siempre es precisa y puede llevar a la propagación de desinformación sobre el cambio climático, causando confusión entre los estudiantes. Además, el uso indebido de IA puede facilitar el ciberacoso, exacerbando los problemas existentes en entornos educativos.

3.2. Riesgos a la cultura

3.2.1. Sesgo cultural y erosión de conocimientos locales:

Autores como Anderson [16], Chen et al. [19] y Al-Shboul [24] destacan que, al priorizar las narrativas dominantes, se corre el riesgo de eclipsar las contribuciones valiosas de las culturas indígenas y locales en el ámbito de la sustentabilidad. Los sistemas de IA están sujetos a sesgos culturales inherentes en los datos con los que son entrenados. Esta realidad puede llevar a una representación distorsionada de los problemas ambientales, exacerbando estereotipos y marginando perspectivas culturales diversas. Al perpetuar estos sesgos, la IA puede reforzar un enfoque hegemónico, ignorando conocimientos y prácticas ecológicas tradicionales que son vitales para ciertos contextos particulares.

3.2.2. Homogeneización cultural y pérdida de contextos locales:

Al-Raeei [15] y Komendantova & Erokhin [20] discuten cómo esta homogeneización puede disminuir la relevancia de la educación ambiental y, por ende, su efectividad en resolver problemas locales específicos. La tendencia de la IA a promover un enfoque estandarizado en la educación ambiental puede resultar en una falta de adaptación a las particularidades culturales y ecológicas de diferentes comunidades en sus territorios. Esto implica que las herramientas educativas basadas en IA pueden no considerar adecuadamente los contextos culturales de las poblaciones diversas, llevando a un aprendizaje superficial que ignora las realidades y prácticas locales.

3.2.3. Desigualdades y exclusión de voces diversas:

La IA puede contribuir a la exclusión de voces y perspectivas no representadas adecuadamente, limitando el alcance del aprendizaje y la comprensión del cambio climático entre los estudiantes. Las disparidades en el acceso a tecnologías y la alfabetización digital pueden amplificar estas desigualdades, creando un entorno educativo donde ciertos grupos culturales quedan subrepresentados o marginados. Michels [22] y Rousell & Sinclair [25] resaltan que la falta de inclusión de diversas narrativas culturales no solo afecta la comprensión de los estudiantes sobre temas ambientales, sino que también puede desincentivar la participación activa y el compromiso con la sostenibilidad

3.3. Riesgos a la ética:

3.3.1. Sesgo algorítmico:

La IA puede perpetuar y amplificar sesgos existentes en los datos de entrenamiento, lo que puede resultar en decisiones injustas o discriminatorias. Esto es crítico en el contexto educativo, ya que puede llevar a la propagación de información errónea sobre problemas ambientales. Antonenko & Abramowitz [26] y Heeg & Avraamidou [5] destacan cómo estas herramientas podrían distorsionar la comprensión de los estudiantes sobre los problemas climáticos, lo que puede generar confusión y opiniones erróneas que afecten su percepción y acción ambiental futura.

3.3.2. Privacidad y seguridad de los datos:

Este riesgo es mencionado por Dieterle, Dede & Walker [18] y Galaz et al. [27], quienes discuten la importancia de garantizar la seguridad de la información sensible y el derecho a la privacidad de los estudiantes. La implementación de IA en entornos educativos requiere la recopilación y el análisis de datos personales de los estudiantes, lo que suscita preocupaciones sobre la privacidad y la protección de información sensible. Existe el riesgo de uso indebido de estos datos, así como la posibilidad de vulneraciones de seguridad. Estos aspectos son abordados principalmente por Al-Raeei [15] quien enfatiza la necesidad de políticas claras para proteger la información personal de los estudiantes.

3.3.3. Transparencia y rendición de cuentas:

La opacidad en cómo los sistemas de IA toman decisiones presenta riesgos significativos, ya que puede dificultar la comprensión de su funcionamiento por parte de los educadores y estudiantes, así como la rendición de cuentas ante errores o sesgos. Según Al-Raeei [15] y Chen et al. [19], esta falta de claridad puede minar la confianza en los sistemas de IA, especialmente cuando las decisiones afectan aspectos críticos de la educación ambiental.

4. Conclusiones

Es importante que los profesores no vean la IA como una amenaza, sino como una oportunidad y posible aliada en la formación de ciudadanos críticos, informados y comprometidos con el planeta, puesto que podría mejorar la enseñanza y el aprendizaje, permitiendo que los estudiantes comprendan el cambio climático con profundidad, analicen datos en tiempo real y diseñen soluciones innovadoras, brindando herramientas esenciales para el futuro, preparándolos para un mundo cada vez más complejo desde los tecnológico y social, orientado a la sustentabilidad ambiental.

La integración sistemática de la IA en la relación educación en ciencias - educación ambiental, en la ECC es una realidad que se desarrolla rápidamente. De hecho, es muy probable que en los próximos años la IA no solo se incorpore a la formación del profesorado, sino que además se convierta en compañeros investigadores que colaboren

con los docentes en la resolución de algunos de los problemas educativos a los que se enfrentan.

El principal desafío que supone la integración de la IA en el campo de la ECC es la complejidad en la integración de todas las categorías de análisis sobre todo desde la sustentabilidad ambiental vista como un eje más amplio. Si bien es cierto que los beneficios que la introducción de la inteligencia artificial en la ECC son notables, la redefinición actitudinal que el paradigma emergente proporciona a los educadores, los alumnos y la sociedad en general se encuentra aún en proceso y por ello se encuentran en construcción los marcos conceptuales de análisis que nos pueden aportar la información necesaria para redactar propuestas de actuación, y transformar las escuelas de la era industrial del siglo XX en los colegios del siglo XXI

A pesar de sus ventajas, el uso de la IA en la educación climática también presenta desafíos, en este sentido uno de los principales es la posible deshumanización del aprendizaje porque, si bien la IA puede mejorar la enseñanza, no debe sustituir la interacción humana, ya que el debate y la reflexión colectiva son esenciales para comprender la complejidad del cambio climático.

Asimismo, la dependencia excesiva de la IA puede generar problemas de acceso y equidad ya que no todas las escuelas cuentan con los recursos tecnológicos necesarios para implementar estas herramientas, lo que podría ampliar la brecha educativa entre diferentes regiones y contextos socioeconómicos.

Si bien la inteligencia artificial (IA) ofrece valiosos aportes para abordar el cambio climático gracias a su capacidad de procesar grandes volúmenes de datos y optimizar soluciones, su implementación a gran escala conlleva una significativa carga ambiental. El alto consumo energético y de refrigeración requerido por los centros de datos, sumado a la demanda de hardware cuya fabricación depende, en muchos casos, de la minería —asociada a la explotación laboral y la destrucción de ecosistemas—, plantea un dilema ético y ecológico. Por tanto, el desarrollo y uso de la IA deben equilibrarse con estrategias sostenibles que minimicen su impacto ambiental y social, asegurando que su contribución a la lucha contra el cambio climático no genere nuevos problemas.

5. Referencias

[1] J. &. M. K. O. FitzGibbon, “Climate Change as a Wicked Problem: An Evaluation of the Institutional Context for Rural Water Management in Ghana,” *SAGE Open,* vol. 2, p. 2, 2012.

[2] B. Lomborg, En frío. Guía del ecologista escéptico para el cambio climático, Espasa-Calpe, 2008.

[3] F. &. L. P. L. Capra, The Systems View of Life: A Unifying Vision, Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

[4] E. Morin, Introducción al pensamiento complejo, Barcelona: Gedisa, 1990.

[5] D. M. &. A. L. Heeg, “The use of Artificial intelligence in school science: a systematic literature review,” *Educational Media International,* vol. 2, nº 60, pp. 125-150, 2023.

[6] OECD, What Students Learn Matters: Towards a 21st Century Curriculum, París, 2020.

[7] E. M.-C. P. &. G.-P. J. González-Muñoz, "Looking for the emotional footprint of climate change in young people: connections with education, information sources and climate action," *Environmental Education Research,* vol. 30, nº 12, p. 2315–2339, 2024.

[8] M. &. M. P. Pardellas, "La sociedad española ante la emergencia climática: cognición, emoción y cambio climático.," de *La comunicación del cambio climático, una herramienta ante el gran desafío*, Dykinson, 2021.

[9] S. K. J. Jeon, "Artificial intelligence to predict climate and weather change," *The Korean Society of Mechanical Engineers 2024,* vol. 6, nº 67–73, 2024.

[10] M. A. D.M., "Qué jodida está la cosa: distopías y mundos (pos) apocalípticos en la literatura costarricense," *Universidad Autónoma de Querétaro,* 2021.

[11] D. F.-L. E. A.-S. S. F. P. M. A. Corrochano Fernández, "Percepción del profesorado latinoamericano y español sobre el cambio climático: aproximaciones desde un MOOC de formación docente. Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad," vol. 3, nº 2, 2021.

[12] R. A. L. A. R. D. Rodríguez M.A.M, Inteligencia Artificial en la educación digital y los resultados de la valoración del aprendizaje, Editorial Mar Caribe de Josefrank Pernalete Lugo, 2023.

[13] Q. M. M. e. al., "Impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos con Tecnología Digitales en el Desarrollo de Habilidades de Pensamiento Crítico en Estudiantes de Educación Básica," *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar,* vol. 8, nº 5, 2023.

[14] Congreso de Colombia, "Ley 2427 de 2024 - septiembre 9. "por medio de la cual se establece la capacitación, la profundización y la enseñanza para la sostenibilidad ambiental, cambio climático y gestión del riesgo de desastres y se dictan otras disposiciones"," 2024.

[15] M. Al-Raeei, "Artificial intelligence for climate resilience: advancing sustainable goals in SDGs 11 and 13 and its relationship to pandemics," *Discov Sustain,* vol. 5, p. 513.

[16] A. Anderson, "Climate change and sustainability literacy: a mixed-methods study of attitudes to climate education in secondary schools.," *Climatic Change,* p. 169, 2024.

[17] P. &. A. B. ntonenko, "In-service teachers' (mis) conceptions of artificial intelligence in K-12 science education," *Journal of Research on Technology in Education,* vol. 55, nº 1, pp. 64-78, 2023.

[18] E. D. C. &. W. M. Dieterle, "The cyclical ethical effects of using artificial intelligence in education," *AI & Soc,* nº 39, pp. 633-643, 2024.

[19] L. C. Z. Z. Y. e. a. Chen, "Artificial intelligence-based solutions for climate change: a review.," *Environ Chem Lett,* nº 21, p. 2525–2557, 2023.

[20] N. E. D. Komendantova, "Artificial Intelligence Tools in Misinformation Management during Natural Disasters," *Public Organiz Rev,* 2025.

[21] J. T. A. &. S. X. Lewis, "Climate change and artificial intelligence: assessing the global research landscape," *Discov Artif Intell,* vol. 4, p. 64, 2024.

[22] S. Michels, "Teaching (with) Artificial Intelligence: The Next Twenty Years," *Journal of Political Science Education,* vol. 20, nº 4, pp. 510-521, 2024.

[23] D. W. D. Richards, "Applications of generative artificial intelligence to influence climate change decisions," *npj Clim. Action,* vol. 3, p. 117, 2024.

[24] O. Al-Shboul, Introduction. In: The Politics of Climate Change Metaphors in the U.S. Discourse, Cham: Palgrave Macmillan, 2023.

[25] D. &. S. M. P. Rousell, "Desiring-futures in education policy: assemblage theory, artificial intelligence, and UNESCO's futures of education.," *Educational Review,* pp. 1-24, 2024.

[26] P. &. A. B. Antonenko, "In-service teachers' (mis) conceptions of artificial intelligence in K-12 science education," *Journal of Research on Technology in Education,* vol. 55, nº 1, pp. 64-78, 2023.

[27] V. M. H. S. C. e. a. Galaz, "Artificial intelligence, digital social networks, and climate emotions.," *npj Clim. Action,* vol. 4, nº 23, 2025.

[28] E. Kallestinova, "How to Write Your First Research Paper," *Yale Journal of Biology and Medicine,* vol. 84, nº 3, p. 181–190, Sep 2011.

[29] F. Moreno, N. Marthe y L. Rebolledo, ómo escribir textos académicos según normas internacionales: APA, IEEE, MLA, Vancouver e ICONTEC, Barranquilla (Colombia): Ediciones Uninorte, 2010.

[30] A. García-Colmenarejo, M. Rodríguez Rivollier y M. y. M. L. S. Rodríguez-Sedano, "Modelo de artículo académico-profesional para autores: Guía de Estilo y criterios APA de publicación," *Revista de Mediación,* vol. 8, nº 2, 2015.

[31] Springer, "Lecture Notes in Computer Science (LNCS)," 2017. [En línea]. Available: http://www.springer.com/gp/computer-science/lncs. [Último acceso: 21 05 2019].

[32] Naciones Unidas, "Objetivos de Desarrollo Sostenible: 17 objetivos para cambiar nuestro mundo," 2017. [En línea]. Available: http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-agenda-de-desarrollo-sostenible/. [Último acceso: 21 05 2019].

[33] APA versión 7, "Manual de Publicaciones de la American Psychological Association," 2019. [En línea]. Available: https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf. [Último acceso: 22 03 2021].

Inclusión y Diversidad en las Ciencias

Competencias de los docentes y de los estudiantes del siglo XXI para el desarrollo sostenible en el marco de la Agenda 2030

Helga Viviana Almeida Sánchez[1], María Helena Quijano Hernández[2]
[1]Universidad del Valle, Cali, Colombia.
Helga.almeida@correounivalle.edu.co
[2]Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
mquijano@uis.edu.co

Resumen. Las competencias en educación han enfrentado desafíos y retos a lo largo del siglo XXI, es así que resulta pertinente la reflexión en torno a las habilidades, conocimientos y actitudes que requieren los docentes y estudiantes en cuanto a las demandas de la sociedad actual en términos de innovación, investigación y promoción de la calidad; por ello a partir de una revisión sistemática de carácter cualitativo- descriptivo en el que se abordaron bases de datos como Scielo, Redalyc, Dialnet y Google Scholar enfocadas en destacar las Competencias fundamentales para el desarrollo Sostenible. De esta búsqueda se determinan como categorías principales las competencias ambientales y culturales, socio-emocionales y digitales. Así mismo, se enfatiza que estos estudios abordan diferentes estrategias significativas que permiten liderar el proceso educativo desde diversos puntos de vista, problemáticas, recursos y que permiten enriquecer saberes e intercambiar experiencias para la vida en sociedad. En este sentido resulta pertinente realizar una revisión sistemática de la literatura realizando un proceso de refinamiento y selección de documentos, categorización y descripción de los aportes de cada uno de ellos y finalmente la obtención de una visión global de los tópicos principales para sistematizar los procesos educativos y contribuir en los lineamientos para futuras investigaciones.

Palabras clave: Competencias docentes. Competencias ambientales y culturales. Competencias socio – emocionales. Competencias digitales.

1. Introducción

Las competencias de los docentes constituyen acciones de pensamiento y habilidades que los faculta para enseñar campos específicos del conocimiento, según sea la formación profesional, realizar investigaciones sobre su propia práctica y sobre el cómo mejorar los aprendizajes en los estudiantes. Son diversas las competencias que se plantean desde diferentes referentes, en la perspectiva de M. A. Zabalza, [1] define cinco enfoques, así: Cognitive-based competencies; competencias como la suma de conocimientos que los profesionales deben poseer. Performance-based competencies, es decir, el conjunto de actuaciones prácticas que los docentes, han de ser capaces de ejecutar, además de saber qué, se requiere saber cómo. Consequence-based competencies, el ejercicio eficaz de una función, se determina en base al resultado de operaciones llevadas a cabo por el docente y los cambios logrados. Affective competencies, referidas a las actitudes, formas de actuación, sensibilidad y valores. Exploratory competences, define la suma de experiencias vivenciadas por el docente y la relación con otras competencias. Se suma a las anteriores competencias lifelong learning, reúne conocimientos, habilidades, destrezas, que los sujetos ya poseen, al margen de dónde y cómo las han adquirido, - lo importantes es lo que el profesional sabe hacer, lo es menos, cómo y dónde lo ha aprendido.

Las exigencias que plantea el mundo actual, los alcances de la tecnología y la incorporación de la IA en diferentes procesos administrativos, le plantea a la educación una actualización continua y el fortalecimiento de competencias para responder de manera pertinente a los desafíos de la sociedad actual [2].

En el marco de los ODS, el objetivo 4, promulga por "Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para toda una educación de calidad", Entre las estrategias indicativas expresa la necesidad de "Promover el uso de las TIC, en especial las tecnologías móviles, en los programas de alfabetización y aritmética" [3]. Los alcances de este objetivo se logran solo si se asume la EDS como un componente clave de la educación de calidad. La pertinencia para todos los niveles de la educación, el desarrollo de competencias transversales en las dimensiones cognitiva, socioemocional y conductual del aprendizaje son pertinentes para todas las esferas de la educación. Señala además que la EDS puede acelerar la transición a las tecnologías verdes dotando a las personas de las competencias necesarias en materia de ecología [4].

2. Contenido

El artículo responde a una revisión sistemática con el objetivo de sintetizar la evidencia disponible sobre las competencias de los docentes en el siglo XXI, considerando que este es un enfoque que ha caracterizado los procesos de enseñanza y aprendizaje, en lo que va del presente siglo, con la finalidad de responder a las acciones prácticas y a los retos que van surgiendo en el ámbito escolar y que la sociedad requiere.

Se exponen algunas fuentes y categorias de análisis para proporcionar una caracterización de las investigaciones asociadas al tema de estudio de manera objetiva. Se centra en la síntesis de la evidencia disponible sobre el tema de investigación.

Metodológicamente se ha realizado la revisión de artículos desarrollados en los contextos nacional e internacional, lo que muestra el resultado de la producción científica en el tema de interés [5]. Se realizó un análisis del alcance descriptivo de la información encontrada [6] como una forma de recopilar información para la descripción y muestra del tema objeto de estudio. Por tanto, se revisaron bases de datos en portales bibliográficos como Dialnet, Redalyc, y Scielo, también en motores de búsqueda académica e investigativa como Google scholar. Adicionalmente se exploraron las bases de datos de Minciencias, UNESCO y el MEN para rastrear los grupos que han desarrollado trabajos en el área. El proceso descrito se evidencia en la figura 1.

Fig. 1. Proceso metodológico. Revisión sistemática.

Las categorías seleccionadas fueron emergiendo de temas comunes en la producción bibliográfica encontrada, las necesidades en formación en competencias de docentes y estudiantes y los retos y desafíos de estos. Se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías emergentes

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN

Competencias ambientales y culturales	Apropiación conceptual y cuestiones socio científicas Resolución de problemas en situaciones reales Responsabilidad social y ética de las razones científicas	La orientación en las competencias docentes del siglo XXI, deben incluir la enseñanza ambiental y cultural como un aspecto absolutamente necesario para adaptarse a los cambios del mundo actual, el cual debe ser visto por los estudiantes como una construcción humana, con múltiples controversias que requiere ser desarrolladas por personas responsables y éticas.
Competencias socio - emocionales	Autoconocimiento Autorregulación Conciencia social Empatía Relación con los demás Determinación Toma responsable de decisiones	Las competencias socio emocionales, comprenden áreas afectivas como la conciencia y gestión emocional, de relacionamiento con otros y de proyección hacia la sociedad. A través de éstas, las personas se conocen más y mejor. Aprenden a tomar decisiones responsables, a manejar sus emociones y construyen mejores relaciones e interacción con las demás personas.
Competencias digitales	Ambientes virtuales de aprendizaje Innovación e IA Creatividad e innovación Valores éticos privacidad y seguridad	Las competencias digitales se enfatizan en un conjunto de habilidades para la apropiación de la tecnología, incentivar el pensamiento crítico y las nuevas tendencias para la formación de líderes creativos y replantear el componente tecnológico desde un enfoque social que aporte a la creatividad, la ética y la innovación.

3. Los resultados

Posterior al rastreo de las categorías se procedió a establecer algunos indicadores como se evidencia en la Tabla 2.

Tabla 2. Formato de recopilación y análisis de la información

Año	Palabras claves	Título	Autor	DOI/ ISSN/LINK	Objetivo	Competencia
2023	Impacto, Educación,	Impacto de las Tecnologías	Bernate, J.A., Fonseca, I.P.	DOI: 10.31876/rc	Determinar los aportes pedagógicos	Competencias Digitales

	tecnología, aprendizaje.	de Información y Comunicación en la educación del siglo XXI: Revisión bibliométrica		s.v29i1.3974 8	de la tecnología en la educación	
2022	Competencias, TICS, docentes, universitarios, estudiantes, Colombia	Competencia TIC de los docentes universitarios desde la perspectiva de los estudiantes.	Hernández z-Vergel, V.K., Amaya Mancilla, M.A. Prada Núñez, R.	DOI: 10.52080/rvgluz.27.99.20	Describir el nivel de competencias de Tecnologías de Información y Comunicación (TICS) que presentan los docentes del programa de Terapia Ocupacional de la Universidad de Santander, desde la perspectiva de sus estudiantes	
2019	Competencias digitales; alfabetización informacional; creación de contenido digital; millennials; educación superior	Gestión de información y creación de contenido digital en el prosumidor millennial	Castillejos López, Berenice.	http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/1375	Analizar los procesos de gestión de información y creación de contenidos digitales en estudiantes universitarios de una institución pública en México	
2021	Competencia ambiental resolución de problemas	Las competencias ambientales clave en las actividades docentes de ciencias	Mora W. Guerrero N.	https://www.redalyc.org/journal/6142/614274348013/html/	Se orienta la resolución de problemas complejos de sustentabilidad ambiental, en casos reales de las cuestiones socioambientales, las cuales difieren de la química, física y biología tradicional.	Competencias ambientales.

2020	Competencia ambiental, resolución de problemas, ambiente.	La resolución de problemas y su aporte a la comprensión del concepto de competencia ambiental.	Sepúlveda G, Y.	https://repositorio.autonoma.edu.co/bitstream/11182/1170/1/Resoluci%C3%B3n_problemas_su_aporte_comprensi%C3%B3n_concepto_ambiente.pdf	Se reconoce que la resolución de problemas genera conflictos cognitivos, desarrollando así habilidades al reconocer la situación y generar alternativas éticas de solución.
2018	Ética ecológica, cultura competencias ambientales	Ética ecológica: Una reconfiguración cultural del sentido de la naturaleza.	Caicedo, G.	https://doi.org/10.5281/zenodo.1439066	El dominio tecnocientífico de la naturaleza depreda las principales condiciones de vida del planeta. El riesgo al colapso civilizatorio es inminente por causa de una economía extractivista y de consumo masivo que desestima las leyes de reproducción de la naturaleza

2022	Educación inclusiva competencias socioemocionales y morales profesorado sistema educativo experiencia docente	La educación inclusiva y su relación con las competencias socioemocionales y morales del profesorado en la escuela	Núñez- Flórez y J. Llorente	https://doi.org/10.17811/rifie.51.2.2022.171-180	**C**onocer la educación inclusiva en las enseñanzas no universitarias desde la perspectiva del profesorado, y la relación con sus características sociolaborales y con competencias socioemocionales y morales.	Competencias socioemocionale
2022	Competencia socioemocional; competencia emocional; competencia social; revisión	**C**ompetencias socioemocionales en docentes de primaria y secundaria: una revisión	Lozano-Peña, Sáez-Delgado y López-Angulo	ISSN en línea 1688-7468 DOI: https://doi.org/10.22235/p	Caracterizar elementos teóricos y metodológicos de investigaciones empíricas sobre competencias	

	sistemática; docentes	sistemática		e.v15i1.2598	socioemocionales de docentes
2020	Competencias socioemocionales, Docentes, Competencias socioemocionales de los estudiantes, Convivencia escolar, Formación ciudadana	Competencias socioemocionales en el contexto educativo: Una reflexión desde la pedagogía contemporánea	López López, Zagal Valenzuela Y Lagos San Martín	https://doi.org/10.22320/reined.v3i1.4508	Reflexionar acerca de los cambios y la transformación que ha generado el modelo educativo centrado en el aprendizaje de los estudiantes respecto a la formación del profesorado

El marco de competencias docentes relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación, y su incidencia en una educación de calidad, la Unesco [7] define seis aspectos de la practica profesional de los docentes: comprensión del papel de las TIC en las políticas educativas; currículo y evaluación; pedagogía; aplicación de competencias digitales; organización y administración; y aprendizaje profesional de los docentes. Lo anterior se organiza en tres niveles de desarrollo de los docentes en el uso pedagógico de las TIC. El primer nivel: se ocupa de la adquisición de conocimientos, el segundo, de profundización de conocimientos, y el tercer nivel de creación de conocimientos. Por cada uno de los niveles se definen capacidades de los docentes para garantizar la educación de calidad. Las capacidades que incluye cada nivel estan en línea con las tres competencias básicas y fundamentales en la formación de docentes que plantea el Men: formar, enseñar y evaluar [8].

4. Conclusiones

Las investigaciones descritas a lo largo de este artículo abarcan innovaciones en la formación, por tanto, se requiere generar estrategias de actualización y mejora de las competencias pedagógicas desde lo local hasta lo internacional mediante programas adecuados de formación que contemplen aspectos que promuevan el Desarrollo Sostenible y la ciudadanía Mundial donde se estimule la innovación permanente, los métodos de enseñanza contextualizados y se aseguren condiciones a fin de garantizar la excelencia de la investigación y la formación de seres humanos comprometidos y responsables social y emocionalmente.

En la revisión de las investigaciones se identificó como limitación para la población rural el sesgo en las estrategias educativas en alfabetización tecnológica y las escasas herramientas inclusivas. Lo cual marca la brecha en cuanto a calidad de la educación en los niveles de básicos

El registro de las competencias identificadas resulta de gran importancia en la formación de docentes y estudiantes para el presente siglo porque, se definen las habilidades necesarias en cuanto a las competencias digitales, ambientales y socio

emocionales, lo cual guía el diseño de programas, la definición de modelos y estrategias de enseñanza y aprendizaje, en coherencia con las necesidades de los contextos educativos y sociales, que garanticen una educación inclusiva y equitativa de calidad, como lo señala el objetivo 4 de los ODS.

5. Referencias

[1] Zabalza Beraza, M. (2005). *Competencias docentes del profesorado universitario: calidad y desarrollo profesional* (2ª ed.). Narcea Ediciones. https://www-digitaliapublishing-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/a/28938.

[2] Herrera Castrillo, C. (2024). Competencias en el ámbito educativo. En *Revista Lengua y Cultura*. Vol. 11, N°11, 29-33. https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/lc/article/view/13036/11696.

[3] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2016). Educación 2030. Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4. *Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa.

[4] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2020). Educación 2030. *Educación para el desarrollo sostenible. Hoja de ruta*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374896.

[5] Sánchez-Meca, J., & Botella, J. (2010). Revisiones Sistemáticas y Méta-análisis: Herramientas para la Práctica Profesional. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 7-17. https://www.papelesdelpsicologo.es/pdf/1792.pdf.

[6] Hernández, S. (2014). *Metodología de la Investigación*. Dialnet. 6ª ed.Mc Graw Hill. España (2014), https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008.

[7] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC UNESCO*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024.

[8] Ministerio de Educación Nacional. (2014). *Lineamientos de calidad para las licenciaturas en educación. Programas de Formación Inicial de Maestros*. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-344483_archivo_pdf.pdf

Desarrollo de recursos educativos que reflejan la diversidad cultural, una experiencia en cuatro programas de Educación Ambiental de Colombia y México

Esperanza Sepúlveda Rojas[1], Andrés Camilo Pérez Rodríguez[1], Laura Jimena Buitrago Duarte[2]

[1] Corporación Universitaria Minuto de Dios (Colombia)
esepulvedar@libertadores.edu.co; andres.perezr@uniminuto.edu

[2] Fundación Universitaria Los Libertadores (Colombia)
laura.buitrago@libertadores.edu.co

Resumen. Este trabajo presenta los avances de la segunda fase de investigación del proyecto denominado "Travesías Sonoras", la cual busca construir estrategias y contenidos educomunicativos ambientales que reconozcan la diversidad cultural del territorio, en cuatro programas de formación en Educación Ambiental de Colombia y México. La presente investigación emerge ante la necesidad de hacer converger a equipos de investigación en América Latina, en materia de Educación Ambiental a fin de generar insumos de formación y recursos educativos en programas de pregrado y posgrado en el campo socio-profesional y formativo de la educación ambiental, especialmente en Colombia y México. En esta fase de investigación se vienen generando contenidos y estrategias virtuales educativo-ambientales aplicadas a la valoración del territorio.

Palabras clave: Recursos educativos. Diversidad cultural. Currículo educativo científico. Educación ambiental.

1. Introducción

La Educación Ambiental (EA) definida como un proceso mediante el cual las personas adquieren una cultura de compromiso con el medio, al comprender la complejidad de la situación ambiental mundial, a fin de proponer opciones de intervención con base en los principios de sustentabilidad, se posiciona desde 1972 durante la Conferencia Internacional sobre Medio Ambiente, convocada por las Naciones Unidas, la cual es considerada como el primer foro mundial del ambiente.

Aunque desde hace más de 50 años se tengan políticas para gestionar la conservación del ambiente, hoy en día nuestro planeta afronta una crisis climática, según informes presentados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el factor que influye en mayor medida y en forma negativa sobre la salud planetaria es el cambio climático. Esto se suma a problemáticas antrópicas como la minería, la ganadería y la gran expansión urbanística que ha afectado la capa vegetal de múltiples ecosistemas y con ello se han ido perdiendo especies de

flora y fauna [1].

Una forma de acercarse desde el ambiente a la apropiación social del conocimiento y el fomento de la ciencia ciudadana es utilizando los podcasts como herramienta educativa o de divulgación de materiales de interés general para todo tipo de público [2]. Los mismos, brindan la oportunidad de utilizar una variedad de enfoques para atender una gama más amplia de estilos de aprendizaje [3]. Los podcasts son archivos de audio digital que están disponibles en Internet para descargarlos a una computadora o dispositivo móvil, generalmente disponibles como una serie, cuyas nuevas entregas pueden ser recibidas por suscriptores automáticamente [4].

Su contenido es variado, pero normalmente incluye conversaciones entre distintas personas y música; hicieron su aparición en 2004 y hoy en día hay más de un millón de podcasts activos con más de 30 millones de episodios en 100 idiomas [5]. En ese sentido, el podcasting se está volviendo cada vez más popular en el mundo; actualmente el 23% de la población en los Estados Unidos mayor de 18 años; y el 12% en el Reino Unido [6], escuchan podcast todas las semanas, siendo sociedad y cultura, negocios, comedia, noticias y política, así como salud, los géneros más populares [7]. Esto hace que los podcasts tengan un gran potencial como recurso para la educación.

La interrupción en el aprendizaje tradicional presencial producto de la pandemia del COVID-19, también ha cambiado las formas de continuar la educación. Esto ha obligado a recurrir de forma inmediata a la tecnología para mantener los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y a su vez reflexionar sobre los recursos educativos de los que se dispone, sobre qué tanto se está preparado para su empleo, los instrumentos a disposición y la formación en tales recursos [8].

La educación ambiental también se ha enriquecido con la implementación de actividades de apropiación social del conocimiento como los retos naturalistas [9] fundamental en los esfuerzos contemporáneos de conservación del ambiente, transformando la manera en que comprendemos y abordamos los desafíos ambientales. Desde la identificación de especies locales hasta el seguimiento de patrones climáticos, la contribución de los ciudadanos a la generación de datos científicos se traduce en una red de información invaluable.

La ciencia ciudadana, al democratizar la investigación ambiental, se erige como una herramienta esencial para abordar la complejidad de los problemas ambientales y promover la acción colectiva hacia la sostenibilidad y la conservación a largo plazo.

2. Contenido

El objetivo de esta fase de investigación es desarrollar recursos educativos (audiocartografías, podcast, audiovisuales) que permitan visibilizar los ecosistemas colombianos y mexicanos, las dinámicas del territorio y los conflictos ambientales presentes, reflejando así la diversidad cultural y el contexto de los estudiantes de los cuatro programas de formación en educación ambiental. Dichos programas de pregrado y posgrado funcionan en modalidad virtual y distancia, por lo cual acogen estudiantes de múltiples regiones de los territorios colombianos y mexicanos.

2.1. Materiales y métodos

El enfoque metodológico de este proyecto es mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos para proporcionar una comprensión más completa del fenómeno estudiado. Esta metodología mixta permite la integración de datos numéricos con percepciones y experiencias subjetivas, fortaleciendo así el análisis y la interpretación de los resultados.

Sin embargo, para esta fase de construcción de recursos educativos se centra en el aprendizaje colaborativo y la acción participativa, aspectos clave en la educación ambiental. El aprendizaje colaborativo no solo mejora la comprensión del contenido científico, sino que también fortalece el compromiso comunitario hacia la conservación ambiental.

2.2. Población

Los participantes son los estudiantes de la Especialización en Educación Ambiental - Fundación Universitaria Los Libertadores (Colombia) – modalidad virtual, la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Corporación Universitaria Minuto de Dios UNIMINUTO (Colombia) – modalidad distancia, la Maestría en Educación Ambiental – modalidad distancia de la Universidad de Guadalajara (México), la Maestría de Educación Ambiental - modalidad presencial de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Se viene trabajando con una muestra de participantes voluntarios y de respuesta voluntaria, de espacios académicos como Didáctica de las ciencias naturales, Didáctica de la educación ambiental, Proyecto de intervención educativa, durante los periodos académicos del año 2025
.

2.3. Fases metodológicas

Se realizó el proceso de preproducción, producción y posproducción de audiocartografías, podcast, audiovisuales, que permitieron visibilizar los ecosistemas colombianos y mexicanos, las dinámicas del territorio y los conflictos ambientales presentes:

-*Fase 1. Pre-producción*:
Los profesores investigadores diseñaron guías pedagógicas con lineamientos técnicos y creativos para la construcción de audiocartografías, podcast y audiovisuales, estas fueron entregadas a los estudiantes de los cuatro programas participantes. Se realizaron talleres sobre educomunicación, guiones y técnicas de grabación, con expertos en artes visuales y tecnología.

-*Fase 2. Producción y Posproducción:*
Los estudiantes desarrollaron los recursos educativos en el marco de alguno de los espacios académicos cursados durante el primer semestre de 2025, en los programas de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Especialización en Educación Ambiental, Maestría en Educación Ambiental (UDG), Maestría en

Educación Ambiental (UACM). Dichos contenidos serán subidos a YouTube.

Fase 3. Análisis de contenidos y Métricas de rendimiento:
Se recopilaran las métricas cuantitativas de las plataformas YouTube y TikTok (número total de visitas, impresiones y tasa de clics (CTR), duración media de la visualización, fuentes de tráfico, espectadores recurrentes, espectadores únicos y suscriptores, otros contenidos que ve tu audiencia, demografía de la audiencia, tiempo de visualización para suscriptores, me gusta, no me gusta y comentarios, momentos clave para el crecimiento y la retención de audiencia con el fin de evaluar el rendimiento y alcance de los recursos educativos.

3. Resultados

Hasta el momento se han evidenciado resultados significativos en cuanto al potencial de las TIC en la educación ambiental, el desarrollo de recursos educativos que promuevan la valoración ambiental del territorio, a través de la creación de materiales que permiten a los estudiantes de programas de educación ambiental de Colombia y México involucrarse activamente con los ecosistemas y los conflictos territoriales, desde la diversidad cultural propia de los territorios.

Uno de los aspectos más relevantes es la forma en que las tecnologías digitales, como los podcasts, las audiocartografías y los audiovisuales, se convierten en vehículos poderosos para difundir los problemas ambientales y fortalecer la educación ambiental. La producción de estos contenidos involucra a los estudiantes directamente, no solo como receptores de información, sino como creadores activos, lo que fomenta la reflexión crítica sobre sus propios procesos formativos y la relación con el ambiente.

Además, la interacción entre los estudiantes de diferentes países, Colombia y México abre un espacio de intercambio intercultural y colaboración en torno a los desafíos ambientales comunes. A continuación, una muestra de algunos recursos educativos audiovisuales, correspondientes al canal Arte X Naturaleza: https://www.youtube.com/@ArtexNaturaleza .

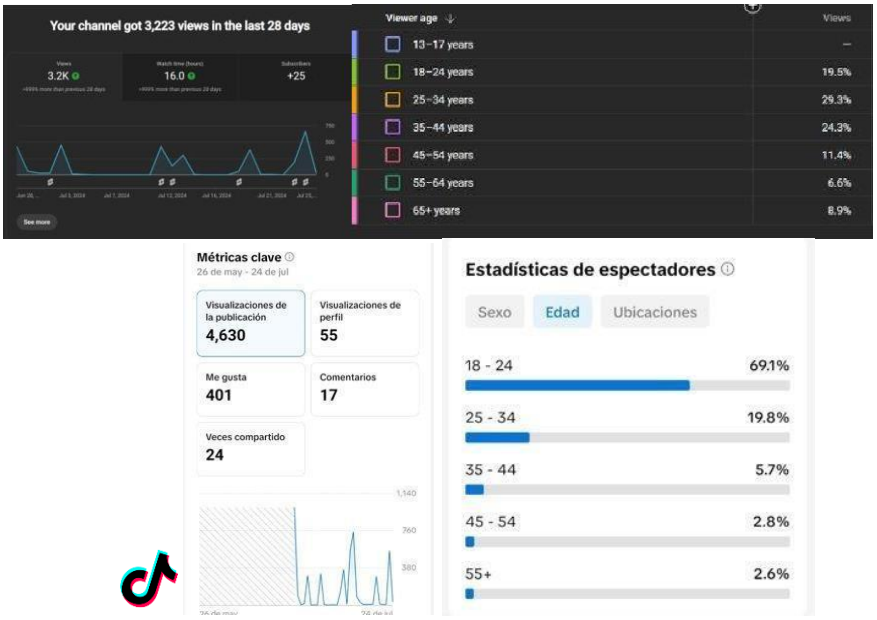


Fig. 1. Métricas de los contenidos educaomunicativos publicados.

El crecimiento y la interacción en redes sociales son fundamentales para evaluar el impacto de un canal en su audiencia. En este análisis, se comparan las métricas obtenidas en YouTube y TikTok (Fig. 1) para el canal Arte x Naturaleza, destacando las diferencias en visualizaciones, participación y el perfil demográfico de los espectadores.

El canal de YouTube alcanzó 3,223 visualizaciones, con un total de 16 horas de reproducción y un crecimiento de 25 nuevos suscriptores. La actividad en el canal muestra picos de visualización en días específicos, lo que indica que ciertos contenidos o estrategias de publicación generan mayor impacto. En cuanto a la audiencia, la distribución etaria es el siguiente interés significativo en personas de entre 25 y 44 años.

Por otro lado, en TikTok se registraron 4,630 visualizaciones de publicaciones en el periodo del 26 de mayo al 24 de julio. Además, la plataforma muestra un alto nivel de interacción con 401 "me gusta", 17 comentarios y 24 veces compartido.

La audiencia de TikTok es mayoritariamente joven, con casi el 70% de los espectadores en el rango de 18-24 años, lo que sugiere que el contenido en esta plataforma capta mejor la atención de una generación más joven.

Se evidenció que la utilización de tecnologías digitales como los podcasts, las audiocartografías y los audiovisuales tiene un alto potencial para sensibilizar y educar a los estudiantes sobre los ecosistemas, los territorios y los conflictos ambientales. Estos recursos pueden ser herramientas clave para promover el aprendizaje activo y la participación de los estudiantes en la construcción de su conocimiento sobre las relaciones sociedad – naturaleza.

4. Conclusiones

Este proyecto ofrece un enfoque innovador para integrar la educación ambiental con las tecnologías digitales, no solo como herramientas educativas, sino como motores de cambio hacia prácticas más sustentables.

Es importante continuar con la evaluación y retroalimentación continua por medio de la implementación de métricas y la recopilación de datos sobre el rendimiento de los contenidos en plataformas como YouTube proporcionarán información valiosa sobre el alcance y la efectividad de los materiales creados.

Este análisis continuo es esencial para ajustar y mejorar las estrategias de enseñanza y para evaluar el impacto real de las acciones propuestas, reflejando la diversidad cultural por medio de experiencias diversas en el currículo educativo científico.

5. Referencias

[1] Robayo López, D. (2023). Mapeando el futuro de la biodiversidad en Colombia: una herramienta didáctica para la conservación del Cucarachero de Pantano y el Doradito Oliváceo.

[2] Álvarez, D., y Cadenas, R. (2022). Podcasts como herramienta para la educación ambiental en Ecuador. Revista de Ciencias Sociales (Ve), XXVIII(3), 189-203.

[3] McKinney, A. A., y Page, K. (2009). Podcasts and videostreaming: Useful tools to facilitate learning of pathophysiology in undergraduate nurse education? Nurse Education in Practice, 9(6), 372-376. https://doi.org/10.1016/j. nepr.2008.11.003

[4] Little, A., Hampton. Z., Gronowski, T., Meyer, C., y Kalnow, A. (2020). Podcasting in medicine: A review of the current content by specialty. Cureus, 12(1), e6726. https://doi.org/10.7759/ cureus.6726

[5] Clarke, C., Shah, R., y Mughal, M. (2021). Podcasts in plastic surgery, why we should start listening. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery, 74(7), 1673-1675. https://doi. org/10.1016/j.bjps.2020.12.071

[6] Ofcom (September 30, 2019). Audio on demand: the rise of podcasts. Ofcom. https://www.ofcom.org.uk/aboutofcom/latest/

[7] Music oomph (April 27, 2021). Podcast statistics 2020. Music oomph. https:// musicoomph.com/podcast-statistics/

[8] Núñez-Cortés, J. M. (2020). Educación médica durante la crisis por Covid-19. Educación Médica, 21(3), 157. https://doi.org/10.1016/j.edumed.2020.05.001

[9] Moreno Echeverría, J. (2018). Integración de un proyecto de Ciencia Ciudadana en Educación Secundaria. Estudio de la biodiversidad de la Reserva Natural de Basaula a través de la plataforma iNaturalist.

Aportes de las epistemologías feministas a los debates sobre la ciencia y su enseñanza

Diana Herrero-Villarreal[1], Irene Arriassecq[2], Agustín Adúriz-Bravo[3]

[1] Departamento de Física. Universidad Estatal a Distancia (Costa Rica)
dvillarreal@uned.ac.cr;

[2] Universidad Nacional del Centro de la Provincia. de Buenos Aires (Argentina)
irene.arriassecq@gmail.com;

[3] Universidad de Buenos Aires (Argentina)
adurizbravo@yahoo.com.ar

Resumen. El presente trabajo se propone describir los principales postulados de las epistemologías feministas del empirismo, del posmodernismo feminista, del punto de vista, así como las interseccionales y descoloniales. Partiendo de esa base, se identifican los principales aportes de cada corriente a la noción de ciencia para una educación científica con una visión crítica de las formas en que los sistemas sociales de dominación impactan qué es lo que conocemos como ciencia y en la educación científica. Se identifican 15 ejes a considerar en la educación científica vinculados a sus respectivas corrientes epistemológicas y ejemplos de trabajos empíricos en que se aplican estos marcos teóricos a la educación científica. Se concluye que son muchos los potenciales aportes a la educación científica que pueden brindar las epistemologías feministas. Destacan la teoría del punto de vista feminista, las interseccionales y las descoloniales, por su comprensión de las desigualdades desde la óptica de las estructuras sociales y como fenómeno multifactorial.

Palabras clave: Filosofía de la Ciencia, Educación Científica, Feminismos.

1. Introducción

A nivel internacional, desde hace décadas, se ha evidenciado la sistemática discriminación de las mujeres en las ciencias exactas y naturales. Esta realidad ha sido cuantificada como una participación minoritaria en ciertas ramas de la ciencia y en roles de mayor prestigio o rango jerárquico [1]. Asimismo, ha sido descrita cuantitativa y cualitativamente la forma en que se expresa la desigualdad y diversos tipos de violencia contra las mujeres como el acoso de género, el acoso y el abuso sexual en la academia, la asignación sexista de tareas, la sobrecarga de trabajo, los obstáculos para ascender y alcanzar oportunidades profesionales, el reconocimiento desigual de los logros, entre otros [2]. Este fenómeno tiene también una expresión epistemológica que ha sido ampliamente estudiada por académicas que se han posicionado desde las

epistemologías feministas [3]. Las agudas y potentes críticas a la ciencia por su androcentrismo, jerarquías de género, división sexista de las tareas científicas, sexismo en las teorías científicas, entre otros [4] tienen mucho que aportar a una educación científica que vaya más allá de la transmisión de contenidos, como se propone desde las corrientes de naturaleza de la ciencia [5].

En el área de la didáctica de las ciencias, se han realizado todo tipo de intervenciones [6] para revertir lo que se ha descrito como *el clima frío en el aula* [7]; un ambiente mucho más indiferente y hasta hostil para las mujeres e identidades feminizadas. Se han propuesto clases de ciencias con características que han sido nombradas como "amigables para las mujeres" [8]. Se han implementado cambios curriculares [9], se han propuesto metodologías específicas de aprendizaje y evaluación, se han diseñado materiales que destacan a las mujeres en la historia y estado actual de la ciencia [10], se han preparado docentes de ciencias en perspectiva de género [11]. Sin embargo, las actitudes de las personas docentes siguen perpetuando estereotipos de género en sus prácticas y discursos [12] y los libros de texto, mayoritariamente, siguen invisibilizando a las mujeres [13]. A esto se suma que todavía predomina una concepción de ciencias simplificada o ingenua [14] y elitista [15], que no considera la ciencia en su contexto social y que aborda la historia de la ciencia desde una perspectiva androcentrada que, en última instancia, reproduce patrones sexistas en el aula [16].

La naturaleza de la ciencia es una línea de trabajo de la didáctica de las ciencias que toma aportes de múltiples disciplinas desde las cuales poder analizar qué es la ciencia y cómo funciona en tanto forma de conocer y explicar el mundo natural, que ha sido creada a partir de perspectivas interdisciplinarias entre historia, filosofía y sociología de la ciencia y la tecnología, entre otras [17]. Esta corriente tiene un gran potencial para una educación científica que trascienda los estereotipos y roles de género sexistas, así como distintos prejuicios en contra de poblaciones discriminadas en la sociedad, ya que su esencia es un análisis y una reflexión profunda sobre "qué es esa cosa llamada ciencia" [18]. Intelectuales claves de la corriente han destacado la importancia de integrar aportes del feminismo [19], considerar los sesgos de género [20] y las dinámicas coloniales, racistas y de género en la sociedad [21]. Sin embargo, está pendiente hacer el ejercicio focalizado en integrar los aportes de las epistemologías feministas al análisis de la ciencia desde la naturaleza de la ciencia. El propósito en este trabajo, enmarcado en un proyecto de tesis doctoral, es identificar los principales aportes de las epistemologías feministas a la didáctica de las ciencias naturales, como un ejercicio inicial en ese sentido. Se abordará en primera instancia una descripción de las principales epistemologías feministas y en segundo lugar se hará un análisis de sus aportes teóricos y empíricos en educación científica para contribuir a una educación científica para la transformación social.

2. Epistemologías feministas

Las epistemologías feministas tienen como antecedente histórico los movimientos sociales contra la segregación racial, anti coloniales y por la emancipación de la mujer en los años 1960s y 1970s [22]. Estos movimientos alimentaron a las corrientes de pensamiento que venían haciendo profundas críticas a la ciencia, después de la Segunda

Guerra Mundial y enriquecieron el corpus teórico con cuestionamientos a cómo impactaban la ciencia las desigualdades sociales generadas por el colonialismo, el racismo y el patriarcado[1] [23]. Las epistemologías feministas parten de una visión naturalista de la ciencia, que aborda a la misma con la misma rigurosidad y sistematicidad científica con que se estudian otros objetos de estudio [23]. Analizan cómo la ciencia, al desarrollarse en un contexto social caracterizado por la desigualdad de género, integra en sus procesos, metodologías y hasta teorías científicas, premisas androcentristas, sexistas y con prejuicios generizados. Si bien se han posicionado algunos cuestionamientos a estas corrientes teóricas, catalogándolas de, por ejemplo, relativistas, las autoras centrales de dichas corrientes, como Harding, Longino o Hill han respondido ampliamente distanciándose del relativismo y destacando su compromiso con la construcción de mejor conocimiento científico.

El empirismo feminista puso el lente en cómo las personas que hacen ciencia, operan como comunidades con características relativamente homogéneas (hombres blancos de clase media-alta) e impactan los métodos y metodologías de esta actividad humana y social, integrando de forma no explícita prejuicios y premisas sesgadas en detrimento de las mujeres [23]. Es así como autoras como Helen Longino y Ruth Doell (filósofas estadounidenses) destacaron cómo el estudio de las diferencias sexuales desde la endocrinología así como los estudios sobre la evolución de la especie humana, partían de presupuestos de lo que nombran como un *sesgo masculino* que empeoran la calidad del análisis de los datos [24]. Longino nombra al producto de este tipo de procesos sesgados como *mala ciencia* en un trabajo donde evidencia con casos históricos la forma en que las personas científicas no operan de forma desinteresada, pueden evaluar datos según agendas políticas y elegir modelos científicos según criterios sesgados por presiones políticas [25].

El posmodernismo feminista, fuertemente moldeado por los aportes de Donna Haraway (filósofa estadounidense) expone el fenómeno que llama *la perspectiva desde ninguna parte* o el *truco de dios*, en que se plantea cómo hasta el momento, la ciencia era hecha mayoritariamente por un perfil muy específico de ser humano, sin embargo, se habían posicionado sus creaciones como independientes de las personas que las habían producido, como si esto no tuviese impacto en la ciencia. Haraway argumenta, utilizando la metáfora del ojo como entidad física de la observación, que la corporalidad y el punto desde el cual se posiciona una persona, incide en lo que se es capaz de ver y, por tanto, en el conocimiento que crea [26].

Se tomará posteriormente este aporte en la teoría feminista del punto de vista, argumentando que el explicitar desde qué perspectiva se posiciona una persona, viene a mejorar la ciencia ya que se logra lo que la filósofa estadounidense Sandra Harding nombra una *objetividad fuerte* [27]. Se considera además, que son los sectores más oprimidos y marginados de la sociedad, cuando toman consciencia de esa situación colectiva, aquellos con mayor potencial para mejorar la ciencia, debido a su *privilegio epistémico* [28] así como a su necesidad de transformar la sociedad para superar la desigualdad experimentada.

[1] entendido como sistema social de desigualdad de género en detrimento de las mujeres e identidades feminizadas, con matices diversos entre cada corriente teórico-política de los feminismos

Ahora bien, como lo señaló la teórica dominicana Yuderkys Espinosa-Miñoso, estas epistemologías feministas han sido creadas por académicas del "primer mundo" en universidades de alto prestigio [29] y, para trascender lógicas coloniales en la creación de conocimiento, es necesario un posicionamiento explícitamente descolonial, que logre identificar las dinámicas de explotación, saqueo y opresión entre las naciones coloniales y las colonizadas así como la forma en que esto impacta en la ciencia. Algunos ejemplos de esto son el eurocentrismo, la modernidad como ideal incuestionado, la *colonialidad de género* [30], la visión universalizante de la categoría mujer definida en función de las mujeres blancas de clase media-alta de países ricos y los binarismos heteronormativos [31].

Las epistemologías feministas interseccionales, término propuesto por la abogada afroestadounidense Kimberlé Crenshaw [32] con origen en los feminismos negros, ponen el énfasis en cómo el patriarcado capitalista supremacista blanco [33] produce situaciones de opresión específicas según cómo se exprese esa interacción. Patricia Hill Collins [34] expone cómo las experiencias de las mujeres negras no pueden comprenderse como la suma entre la opresión que vive una mujer blanca[2] y la experimentada por un hombre negro, sino que consiste en una forma particular de opresión, en función de las necesidades de estructuras sociales de dominación. Esto repercute en la ciencia a nivel de diferenciales de legitimidad como *sujeto epistémico*, acceso desigual a recursos, reconocimientos, invisibilización y apropiación de los aportes a la ciencia de ciertas culturas e incluso violencia racista en la academia.

Los dos propósitos centrales de las epistemologías feministas son el análisis crítico de la ciencia a la luz de las desigualdades de género y la defensa de prácticas científicas comprometidas con la liberación de las mujeres y la igualdad social y política de todas las personas. Para las realidades como la latinoamericana, pretender presentar una reflexión profunda y amplia sobre la ciencia, obviando aspectos tan importantes como el capitalismo colonial y el racismo, sería absolutamente incompleto, por lo que se considera indispensable enriquecer la crítica de las epistemologías feministas clásicas, con estas epistemologías feministas más actuales y de origen más cercano a nuestras latitudes y realidades.

3. Aportes teóricos de las epistemologías feministas a educación científica.

Se presentan a continuación algunos elementos a considerar para una educación científica desde la naturaleza de la ciencia enriquecida con los aportes de las epistemologías feministas descritas. Desde las primeras epistemologías feministas se han desarrollado líneas de trabajo teórico en torno a *las estructuras de género*, entendidas como la existencia de una división generizada del trabajo académico y científico, en que los roles, las tareas e incluso las ramas de la ciencia se encuentran predominantemente asignados a individuos de uno u otro género. Lo cual se expresa en una participación desigual de las mujeres en la ciencia. Investigadoras como Camacho

[2] Se los términos mujer blanca y hombre negro tal cual lo hace la autora, entendiendo que son constructos sociales e históricos estrechamente vinculados a relaciones de poder.

[35], han evidenciado cómo esto se expresa en la educación científica en creencias y prácticas sexistas de docentes. El *simbolismo de género*, que consiste en la proyección de los estereotipos o ideales de género que predominan en la sociedad en los modelos y las teorías que se van desarrollando, incluso cuando los objetos de estudio son inanimados. Una forma en que estos aspectos de evidencian en la educación científica es cómo predomina en la cultura, la noción de que ramas como la física y la ingeniería informática son para hombres, lo cual impacta negativamente en las experiencias de las estudiantes mujeres y de identidades de género disidentes [36]

El *androcentrismo* que coloca al hombre como la norma o el estándar, así como el factor determinante de todo tipo de procesos históricos, económicos y hasta biológicos. Esto se expresa por ejemplo cuando en los libros de texto de ciencias predominan los hombres en roles de protagonistas. El *sexismo en la teoría* viene a ser la integración de premisas sexistas en los procesos de creación científica, así como el uso de teorías científicas en perjuicio de las mujeres. Esto se puede observar, por ejemplo, en el caso de las narrativas sexistas en torno a la fecundación, que reproducen ideas sexistas de entes masculinos activos y agresivos "conquistando" un ente feminizado pasivo [37].

Un aporte de las epistemologías feministas posmodernas, con gran potencial para la educación científica, es *el conocimiento situado* y la premisa sobre cómo la posición de quien crea conocimiento incide en este. Investigadoras brasileñas han tomado este aspecto para trabajar en el aula sobre la diversidad de actores que inciden en un desarrollo científico y los diferenciales de prestigio y reconocimiento [38]. La teoría del punto de vista feminista [39], enfatiza la importancia de una *ciencia hecha por y para los grupos sociales más marginados* y se posiciona por una *ciencia comprometida con la transformación social***.** En Estados Unidos, se han realizado investigaciones desde este posicionamiento que ahondan en el análisis de las experiencias de las estudiantes y cómo las actitudes sexistas de sus pares y docentes tienden a disuadirles de continuar sus carreras en física [40].

La interseccionalidad feminista, aporta el énfasis en el fenómeno del racismo interactuando con el sexismo para constituir un *sujeto epistémico* de hombre blanco de clase media-alta con privilegios estructurales. Entendido este como el ser social percibido con mayor legitimidad para aportar al desarrollo del conocimiento. Asimismo, esta corriente destaca cómo *el racismo, el colonialismo y la historia de la esclavitud*, han incidido de manera profunda en la historia del desarrollo de la ciencia. Investigaciones desde esta perspectiva han identificado como, en clases de física o informática, son los estudiantes hombres blancos quienes ocupan roles protagónicos. Recomiendan la intervención activa del profesorado antirracista y antipatriarcal [41].

Las epistemologías feministas descoloniales enriquecen el panorama aportando una crítica a las relaciones desiguales de poder que impone el colonialismo y cómo esto se manifiesta en la ciencia e, incluso, en la ciencia que se enseña. La investigadora Mara Karidy Polanco Zuleta propone considerar en la educación científica el cuestionamiento al *eurocentrismo*, muy evidente en la historia de la ciencia. También plantea la importancia de analizar la manera en que *la naturaleza se ha concebido de forma feminizada* y como un ente a ser controlado y hasta conquistado, noción de gran importancia en la educación biológica y ambiental. Esto va de la mano de una *naturalización de las mujeres* (y también los hombres aunque de otras formas) de pueblos colonizados con la correspondiente inferiorización. Para esta última materia también es relevante el *cuestionamiento al binarismo de género* que aportan estas

epistemologías y a las dicotomías jerarquizadas como premisa epistemológica, así como a *la racionalidad androcéntrica y eurocéntrica* como única forma de crear conocimiento científico. Además, se cuestiona la premisa de la *universalidad* como valor epistémico posicionando de manera alternativa la pluralidad y la diversidad.

4. Experiencias empíricas de la integración de epistemología feminista en la educación científica.

Para complementar esta discusión teórica con trabajos empíricos, se describirán algunas experiencias publicadas en revistas científicas en que se han integrado aspectos de las epistemologías feministas a procesos de educación científica.

En Argentina [42] se realizó un análisis de los contenidos de la Educación Sexual Integral a la luz de las epistemologías y pedagogías feministas, y se concluyó sobre la clara necesidad de abordar estas temáticas desde posicionamientos críticos a las relaciones opresivas de poder. Se identificó, en este caso, que las epistemologías feministas son necesarias para trascender una narrativa cientificista que reproduce sesgos androcentrados y eurocentrados en el aprendizaje de las ciencias. En Brasil [43], se han tomado aportes de estas corrientes para identificar diferencias entre las formas de posicionarse ante la ciencia y el género de docentes de ciencia según su género, destacando el impacto de esto en el aula concretamente en relación a ciertas expectativas estereotipadas y acciones sexistas. Y en Chile [44] se diseñaron orientaciones didácticas para la educación científica no sexista partiendo de las consideraciones de las epistemologías feministas e investigaciones sobre la temática. Estas incluyen la comunicación y el lenguaje, los diseños didácticos para enseñar ciencias, así como las interacciones en el aula. Asimismo, en Costa Rica [45] se realizó un trabajo con estudiantes de física universitaria en torno a sus concepciones sobre naturaleza de la ciencia y género, integrando elementos de las epistemologías feministas. En esta investigación se identificaron resultados positivos del proceso de aprendizaje y reflexión, movilizando a la población a cuestionarse ciertas nociones limitadas y excluyentes de ciencia en las que destaca la reflexión crítica en torno al aporte a la física de mujeres en tiempos de la Revolución Científica.

En Estados Unidos [46] fue publicado un aporte, fundamentado en las epistemologías feministas del pensamiento negro, de la teoría crítica de raza y de la interseccionalidad, para potenciar la diversidad y la inclusión en la educación en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por sus siglas en inglés) a nivel postsecundario. Se propuso partir de preguntas y problemas relevantes para las poblaciones marginadas, considerando las estructuras sociales racistas y sus impactos. En el aula, se destacó la necesidad de transformar prácticas docentes que de forma explícita o implícita refuerzan el sexismo el racismo y la exclusión. En un trabajo con estudiantes de Nueva Zelanda y Estados Unidos [47], se partió de consideraciones feministas así como críticas al colonialismo, sobre cómo impactan las cosmovisiones en la experiencia de aprender ciencia, abordando la práctica de la disección de animales y el cómo se tratan sus restos. Se propuso a partir de las expresiones de estudiantes, considerar una ciencia feminista y pluriversal, como alternativa a la universalidad androcentrada hegemónica.

En España [48] se gestó una propuesta de trabajo por proyectos en ciencias naturales con estudiantes de primaria en torno al tema del agua. Se integraron aportes de las epistemologías feministas visibilizando a mujeres especialistas sobre el tema de contaminación marina y oceanografía, así como desde la creación de material didáctico no estereotipado (imágenes, cuentos, libros de texto, videos). En India [49] se tomaron conceptos de las epistemologías feministas para complementar un análisis crítico del discurso de la representación de la célula en libros de texto. Se enriqueció así una ya profunda crítica a las narrativas jerárquicas y de dominación diseñadas como espejos del sistema de producción fabril capitalista, para identificar elementos de sexismo en estas, en un aporte de gran potencial para la creación de materiales didácticos inclusivos, ni sexistas ni clasistas.

5. Conclusiones

Se concluye que las epistemologías feministas en general y las epistemologías del punto de vista feminista, descoloniales e interseccionales en particular, por su compromiso con la transformación social tienen un rol clave a jugar para una educación científica que promueva reflexiones profundas y críticas sobre la naturaleza de la ciencia. Estas epistemologías aportan conceptos claves para una educación científica transformadora, entre los cuales se destacan las estructuras de género, el simbolismo de género, el androcentrismo, el sexismo en la teoría, el conocimiento situado, la ciencia de y para los grupos sociales marginados, la ciencia comprometida con la transformación social, el sujeto epistémico, el rol del colonialismo racista en la historia de la ciencia, el eurocentrismo, la feminización de la naturaleza y la naturalización de los pueblos colonizados, el rescate de la diversidad de géneros en contraposición a las dicotomías jerarquizadas así como posicionamientos críticos ante la racionalidad androcéntrica y eurocéntrica como forma única de crear conocimiento.

Se logran identificar trabajos empíricos sobre la integración de las epistemologías feministas a la educación científica que consideran aspectos curriculares, las prácticas en el aula de las personas docentes y sus posicionamientos sobre la ciencia y el género, las formas de pensar y experimentar el aprendizaje de la ciencia de estudiantes de diversos orígenes culturales, los materiales didácticos, entre otros. Se evidencia el potencial de estos marcos teóricos para una educación científica crítica, inclusiva y abierta a la diversidad humana.

Las epistemologías feministas son herramientas potentes para gestar una educación científica crítica de la ciencia y orientada a formar personas comprometidas con transformar la ciencia en un aporte a una sociedad justa y sin opresión por género, clase, raza/etnia ni ninguna otra condición social.

6. Referencias

[1] Torres, O., & Pau, B. (2011). «Techo de cristal» y «suelo pegajoso». La situación de la mujer en los sistemas alemán y español de ciencia y tecnología. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, *6*(18), 35-59.

[2] Casad, B. J., Franks, J. E., Garasky, C. E., Kittleman, M. M., Roesler, A. C., Hall, D. Y., & Petzel, Z. W. (2021). Gender inequality in academia: Problems and solutions for women faculty in STEM. *Journal of Neuroscience Research*, *99*(1), 13-23. https://doi.org/10.1002/jnr.24631

[3] Schiebinger, L. (1999). *Has feminism changed science?* Harvard University Press.

[4] Anderson, E. (1995). Feminist Epistemology: An Interpretation and a Defense. *Hypatia*, *10*(3), 50-84. https://doi.org/10.1111/j.1527-2001.1995.tb00737.x

[5] Acevedo-Díaz, J., García-Carmona, A., & Aragón, M. (2017). Historia de la ciencia y naturaleza de la ciencia: Una línea de investigación en didáctica de las ciencias. *Boletín de la AIA-CTS*, 36-40.

[6] Martínez-Galaz, C., Palomera-Rojas, P., Jara Colicoy, N., Gutiérrez-López, J., & Morales-Garcés, S. (2024). Prácticas educativas en ciencias con perspectiva de género: Tendencias de investigación en educación científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, *29*(1), 353-371. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2024v29n1p353

[7] Hall, R., & Sandler, B. (1982). *The Classroom climate: A Chilly One for Women?* Associatioq of American Colleges.

[8] Rosser, S. (1990). *Female-Friendly Science Applying Womens Studies Methods and Theories to Attract Students*. Pergamon Press.

[9] Solsona, N. (2003). Los saberes científicos de las mujeres en el currículum. *Revista Qurriculum*, *28*, 33-54.

[10] Camacho, J. (2018). Educación científica no sexista. Aportes desde la investigación en Didáctica de las Ciencias. *Revista Nomadías*, *25*, 101-120.

[11] Andersson, K., Hussénius, A., & Gustafsson, C. (2009). Gender theory as a tool for analyzing science teaching. *Teaching and Teacher Education*, *25*(2), 336-343. https://doi.org/10.1016/j.tate.2008.09.011

[12] Palomera-Rojas, P., Martínez-Galaz, C., Gutiérrez, J., & Morales, S. (2024). Concepciones acerca de la ciencia y el género: ¿Qué piensan docentes y estudiantes? *Estudios Pedagógicos*, *2*, 245-263. https://doi.org/10.4067/S0718-07052024000200245

[13] Balbé, A., Botelho, C., & Cabecinhas, R. (2023). Mulheres cientistas? A representação das mulheres na ciência nos livros didáticos de história em Portugal. *cadernos pagu*, *67*, 2-18. 10.1590/18094449202300670011

[14] Mesci, G. (2020). Difficult topics in the nature of science: An alternative explicit/reflective program for pre-service science teachers. *Issues in Educational Research*, *30*(4), 1355-1374.

[15] Pujalte, A., Adúriz-Bravo, A., & Porro, S. (2014). De la imagen de ciencia declarativa a la de la práctica en el aula: Las imágenes del profesorado entre la visión democrática y la deficitaria. *Uni-pluri/versidad*, *14*(2), 111-117.

[16] Álvares Lires, M., Nuño Angós, T., & Solsona, N. (2003). *Las científicas y su historia en el aula.* Síntesis Educación.

[17] Manassero-Mas, M.-A., & Vázquez-Alonso, Á. (2021). *Science teacher education on nature of science through explicit and reflective curriculum development*. *20*(2).

[18] Chalmers, A. (1998). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (3.ª ed.). Siglo veintiuno de Argentina editores.

[19] Matthews, M. (2015). *La Enseñanza de la Ciencia Un enfoque desde la historia y la filosofía de la ciencia* (M. Miret, Ed.). Fondo de Cultura Económica.
[20] Allchin, D. (2017). Beyond the Consensus View: Whole Science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *17*(1), 18-26. https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1271921
[21] Erduran, S., & Dagher, Z. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education Scientii c Knowledge, Practices and Other Family Categories*. Springer. http://www.springer.com/series/6512
[22] Blazquez, N., Flores, F., & Ríos, M. (2012). *Investigación feminista. Epistemología, metodología y representaciones sociales* (Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias).
[23] Harding, S. (1996). *Ciencia y feminismo* (5.ª ed.). Morata.
[24] Longino, H., & Doell, R. (1983). Body, Bias, and Behavior: A Comparative Analysis of Reasoning in Two Areas of Biological Science. *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, *9*(2), 206-227. https://doi.org/10.1086/494044
[25] Longino, H. (1983). Beyond «Bad Science»: Skeptical Reflections on the Value-Freedom of Scientific Inquiry. *Science, Technology, & Human Values*, *8*(1), 7-17.
[26] Haraway, D. (1988). Situated knowledges: The science question in feminism and the priviledge of partial perspective. *Feminist Studies*, *14*(3), 575-599.
[27] Harding, S. (1995). «Strong Objectivity»: A Response to the New Objectivity Question. *Synthese*, *104*(3,), 331-349.
[28] Dror, L. (2023). Is there an epistemic advantage to being oppressed? *Noûs*, *57*(3), 618-640. https://doi.org/10.1111/nous.12424
[29] Espinosa-Miñoso, Y. (2014). Una crítica descolonial a la epistemología feminista crítica. *El Cotidiano*, *1*(184), 7-12.
[30] Lugones, M. (2008). Colonialidad y Género. *La manzana de la discordia*, *6*(2), 105-119.
[31] Polanco-Zuleta, M. K. P. (2022). Epistemologías decoloniales y feministas: ¿qué ciencia aprendemos y enseñamos los y las profesoras de ciencias? *Revista Interdisciplinar em Ensino de Ciencias e Matemática*, *02*(02), 81-98.
[32] Crenshaw, K. (1991). Mapping the Margins: Intersectionality, Identity Politics, and Violence against Women of Color. *Source: Stanford Law Review*, *43*(6), 1241-1299.
[33] hooks, bell. (2017). *El feminismo es para todo el mundo*. Traficantes de sueños.
[34] Hill, P. (2019). *Intersectionality as Critical Social Theory*. Duke University Press. https://lccn.loc.gov/2018061091
[35] Camacho, J. (2017). Identificación y caracterización de las creencias de docentes hombres y mujeres acerca de la relación ciencia – género en la educación científica. *Estudios Pedagógicos*, *43*(3), 63-81. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000300004
[36] Ottemo, A., Gonsalves, A. J., & Danielsson, A. T. (2021). (Dis)embodied masculinity and the meaning of (non)style in physics and computer engineering education. *Gender and Education*, *33*(8), 1017-1032. https://doi.org/10.1080/09540253.2021.1884197
[37] Martin, E. (1991). The Egg and the Sperm: How Science Has Constructed a Romance Based on Stereotypical Male- Female Roles. *Signs*, *16*(3), 485-501.

[38] Cardinot, D., Moura, C., & Guerra, A. (2023). Challenging the "Science from nowhere" perspective in the classroom: Action research about a historical case of Brazilian science. *Science & Education*, *32*(2), 327-359. https://doi.org/10.1007/s11191-021-00311-1

[39] Harding, S. (2015). *Objectivity and Diversity: Another Logic of Scientific Research*. The University of Chicago Press.

[40] Santana, L. M., & Singh, C. (2023). Effects of male-dominated physics culture on undergraduate women. *Physical Review Physics Education Research*, *19*(2), 020134. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020134

[41] Shah, N., Christensen, J. A., Ortiz, N. A., Nguyen, A.-K., Byun, S., Stroupe, D., & Reinholz, D. L. (2020). Racial hierarchy and masculine space: Participatory in/equity in computational physics classrooms. *Computer Science Education*, *30*(3), 254-278. https://doi.org/10.1080/08993408.2020.1805285

[42] González del Cerro, C. (2017). La ciencia en la Educación Sexual Integral: Aportes desde la epistemología y la pedagogía feminista. *Revista Punto Género*, *3*, 55-77.

[43] Heerdt, B., & Batista, I. de L. (2017). Representações sociais de ciência e gênero no ensino de Ciências. *Praxis Educativa*, *12*(3), 995-1012. https://doi.org/10.5212/praxeduc.v.12i3.017

[44] Camacho, J., Ríos, X., Azúa, D., Díaz, B., & Lillo, D. (2023). *Orientaciones didácticas para una Educación científica no sexista*. Fondecyt. https://doi.org/10.34720/cksz-e826

[45] Herrero-Villarreal, D., Navarro-Camacho, M., & Cascante, R. L. K. (2023). Naturaleza de la ciencia y género como temas transversales en cursos de Física I de la UNED de Costa Rica. *Actualidades Investigativas en Educación*, *23*(2), Article 2. https://doi.org/10.15517/aie.v23i2.54184

[46] Roby, R. S., Udoh, E. E., Williams, M. R., Hunter, A. E., Wardin, A. M., Miles, M. L., & Morton, T. R. (2022). #Sayhername: Anchoring black feminist epistemologies at the crux of postsecondary STEM culture. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, *28*(3), 83-99. https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2022036607

[47] Tolbert, S., & Azarmandi, M. (2024). Can there Be a Science of the Sacred? Thinking with Students' Feminist and Pluriversal Worldmaking Practices. En C. B. Moura (Ed.), *A Sociopolitical Turn in Science Education* (Vol. 62, pp. 253-264). Springer Nature Switzerland. 10.1007/978-3-031-78586-3_13

[48] Blanco, C., Amorin de Abreu, T., Lorenzo, M. A., & Alvarez, M. (2018). El trabajo por proyectos en ciencias naturales con perspectiva de género. *Boletin das Ciencias*, *31*(8), 101-106.

[49] Navare, C. (2023). Instructions, commands, and coercive control: A critical discourse analysis of the textbook representation of the living cell. *Cultural Studies of Science Education*, *18*(3), 755-789. https://doi.org/10.1007/s11422-022-10123-6

El ecofeminismo latinoamericano: un ejemplo para la didáctica la asignatura de Biología IV

Victoria Adriana Ojeda-Santiago

[1] Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel Sur. Universidad Nacional Autónoma de México. (México)
victoriaadriana.ojedasantiago@cch.unam.mx

Resumen. Este trabajo pretende narrar la secuencia didáctica "Mujeres, cuerpo, territorio y naturaleza" como parte de una experiencia didáctica en desarrollo que retoma las categoría de cuerpo y territorio desde los Estudios Feministas y la Perspectiva de Género así como los conceptos de la Asignatura de Biología IV de acuerdo con el Plan y Programa de Estudios 2016 y 2024, de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Se retoman dos miradas: el estudio de la Ecología y la Evolución como disciplinas fundamentales de la Biología Integral capaces de analizar los procesos de cuidado del medio ambiente y la conservación de la Biodiversidad como ejes fundamentales para sostener la vida, entre ellas la vida de los seres humanos, siendo las más desprotegidas históricamente la de nosotras, las mujeres.

Palabras clave: Ecofeminismo, biología, conservación, cuidado, medio ambiente

1. Introducción

El presente trabajo pretende describir la secuencia didáctica: *"Mujeres, cuerpo, territorio y naturaleza"* para abordar los temas de la Asignatura de Biología IV, de la Unidad 2. ¿Por qué es importante el estudio de la caracterización y conservación de la biodiversidad en México? en particular para abordar el Tema 1. Caracterización de la biodiversidad.

En la primera parte el marco teórico engloba lo referente a los parámetros y fundamentos del Plan de Estudios 2016 y 2024 de la Asignatura de Biología IV así como la transversalización de la Perspectiva de Género y los Estudios Feministas para abordar los conceptos de biodiversidad, niveles de biodiversidad y abordar el Tema 2. Caracterización y conservación de la biodiversidad de México, en especial aquello relacionado con el Uso y Conservación de la Biodiversidad y la Importancia de la biodiversidad.

Dentro de los Estudios Feministas y la Perspectiva de Género (PeG) se retoma por un lado, la corriente ecofeminista contemporánea que surge como un movimiento social y propuesta teórica que apuntan al cuidado del medio ambiente, la resignificación de la naturaleza y retoma tres categorías de la PeG: el cuerpo, las brechas de género y el cuidado. La intención principal de la corriente ecofeminista es resignificar el cuidado el papel de las mujeres por el cuidado y la defensa de la naturaleza debido a la crisis del Cambio Climático que enfrenta y permea en Latinoamérica zona que biogeográficamente posee una gran diversidad biológica pero que históricamente ha enfrentado una crisis económica de desigualdad en donde el modelo capitalista ha sido extractivista y debido al modelo patriarcal las mujeres latinas, han/hemos sido explotadas por y para el sistema en el ámbito reproductivo, pero que el ecofeminismo contemporáneo también como movimiento social busca que los roles de cuidado y, por ende la protección a la naturaleza se realice en colectivo.

La importancia de abordarlo en la educación a nivel bachillerato o educación media superior radica en que puedan conocer ejemplos cercanos al contexto social, político y cultural mexicano para reconocerlo como un país megadiverso. En este sentido se retoma la parte de la Biología Integral para que pueda transversalizar a un contexto social pero sobretodo con la necesidad del Plan y Programa de Estudio del año 2024 en donde se explica la necesidad de incorporar la PeG para promover una educación igualitaria y sostenible que son parte de los Objetivos de Desarrollo Sustentables y que para mí como docente son imperativos éticos para la búsqueda de una vida libre de violencia y de bienestar integral como lo es el cuidado de la naturaleza de la cual dependemos. Así el principal objetivo es ir más allá de la adquisición de conocimientos sino sensibilizar al estudiantado sobre temas que les atañen como parte de la ciudadanía mexicana y habitantes del mundo.

2. Contenido

Objetivo general

- Desarrollar y aplicar una secuencia didáctica que transversalice la la corriente ecofeminista para abordar las categorías de cuerpo y territorio en la enseñanza-aprendizaje del Tema 1. Caracterización de la biodiversidad, que se encuentra en la Unidad 2. ¿Por qué es importante el estudio de la caracterización y conservación de la biodiversidad de México?, Plan y Programa de Estudios 2024.

Materiales y métodos

Este apartado está dividido en dos partes. La primera corresponde al diseño de la secuencia didáctica que se presenta de forma resumida en la Tabla 1. La segunda parte corresponde a una breve descripción y explicación de cómo se entrecruza el ecofeminismo con la enseñanza-aprendizaje de los temas de Biodiversidad en el bachillerato.

Secuencia didáctica: *"Mujeres, cuerpo, territorio y naturaleza"*

Ubicación del tema dentro del Programa de Estudios (2026 y 2024)
Asignatura: Biología IV
Carácter de la asignatura: opcional
Unidad: Unidad 2. ¿Por qué es importante el estudio de la caracterización y conservación de la biodiversidad de México?
Temática: Tema 2. Caracterización y conservación de la biodiversidad de México

Aprendizajes:
- Identifica los factores geológicos, biogeográficos, taxonómicos, ecológicos y culturales que determinan la megadiversidad de México.

Aprendizaje propuesto:
- Reconoce al ecofeminismo como una corriente ecologista que permite resignificar el papel de las mujeres y coadyuvar en el cuidado y conservación de la naturaleza.

Ubicación dentro de la secuencia didáctica	Intención	Descripción de la actividad	Material y/o evaluación
Actividad de inicio	Despertar la curiosidad del estudiantado	Sesión 1 1.Presentar imágenes 2. Análisis de imágenes en grupo 3. Una/o/e estudiante realiza la bitácora de lo comentado	Bitácora del grupo de la descripción
Actividades de desarrollo	Identificar los factores culturales de la megadiversidad de México Reconocer el papel del ecofeminismo en la conservación de la naturaleza	Sesión 1 1. Presentar video "México, pais megadiverso/ Mexico´s Hidden Wonders: Exploring Diverse Ecosystems & Wildlife 2. Revisión de ejemplos por equipo, se comenta en plenaria. Ejemplo 1. Los desafíos que enfrentan las mujeres campesinas	Elaboración de infografía en equipo/Rúbrica Plenaria de ideas/Lista de cotejo

		en América Latina [4] Ejemplo 2. Minidocumental: Mujeres en la agricultura | Yucatán, México [10] Ejemplo 3. Jóvenes mujeres campesinas: En ruta hacia la transición agroecológica [1] Ejemplo 4. Desigualdad y herencia colonial en América Latina [2] Ejemplo 5. La historia de "Las Patronas" | Norma Romero | CDI [5] Sesión 2. 1. Realizar lectura: Las mujeres son guardianas del futuro. ECOFEMINISMO. Tomado de "El libro del FEMINISMO [6]	Mesa de discusión /Preguntas guía y bitácora
Cierre	Identificar el papel de las mujeres en el cuidado del medio ambiente y el papel del ecofeminismo.	Sesión 2 2. Elaboración y ponencia de póster	Rúbrica de coevaluación

Tabla 1. Resumen de la secuencia didáctica "*Mujeres, cuerpo, territorio y naturaleza"*

Para entender el cruce entre ecofeminismo y la resignificación de las mujeres como defensoras y guardianas de la naturaleza se retoman las ideas y textos de Silvia Federicci [8], Elvira Espejo [4] , Gladys Tzul Tzul [11] y Lorena Cabnal [3].

El cruce entre el feminismo y el ecologismo de acuerdo con Silvia Federicci [8] surge en los años 70s cuando a nivel mundial la Revolución Industrial y la Revolución Verde que habían iniciado casi 50 años atrás había provocado por un lado; la contaminación de cuerpos de agua debido al uso excesivo de colorantes químicos por las industrias textiles, la sobreexplotación de las montañas, bosques y ríos por la minería, la ganadería y la agricultura y, por ende el agotamiento de recursos naturales esenciales como el suelo y el agua, el deterioro de la calidad del aire por las emisiones de dióxido de carbono de las industrias y sectores agrícolas y ganaderos.

En términos sociales y políticos como lo comenta Tzul Tzul [11] se traduce que muchos pueblos originarios habían sufrido el saqueo de su territorio, fueron despojados de su hogar y sus recursos como el agua, el suelo, la montaña, tener aire no contaminado así como el uso de sus semillas para sembrar la Tierra y, a la vez tener un sustento. Esta situación ocasionó que las mujeres tuvieran una situación de desigualdad mayor trabajando para las maquilas, siendo jornaleras migrantes, teniendo una doble o triple jornada de trabajo y despojadas de los recursos naturales que también cuidaban. Es decir enfrentaban brechas de género en el acceso y recuperación de los recursos naturales ya que por ejemplo, no tenían derecho a la tenencia de la tierra, no se les permitía trabajar fuera del hogar, tenían que recorrer grandes distancias si el agua escaseaba, etcétera.

Así el ecofeminismo contemporáneo explica que el sistema extractivista y el sistema patriarcal, explota los recursos naturales de forma descontrolada y el cuerpo de las mujeres es utilizado para la reproducción y el sostén de la vida, sea para el cuidado de los recursos naturales pero también para cuidar, criar y sostener a las, les y los hijos, sin permitirles un desarrollo equitativo e igualitario comparado con los hombres.

El ecofeminismo como movimiento social busca que el cuidado del hogar, así como el cuidado de la naturaleza se debería hacer en colectivo para permitir sostener la vida de la cual dependemos y resignificar y dignificar a las mujeres para reducir las brechas de desigualdad y permitir el Desarrollo Sostenible. Desde la visión de Lorena Cabnal [3] implica que se vea el cuerpo como territorio vivo e histórico en el cual los cuerpos tienen una relación del ser y estar en la red de la vida, es decir se plantea el cuerpo-tierra como un territorio político que se defiende y se sostiene.

El cuerpo al estar conectado y ser parte de la red de la vida tendría que tener un cuidado mutuo que retoma Espejo [4] desde una visión de las artes y la relación del sentipensar con la naturaleza, en donde existe la crianza mutua y el cuidado mutuo desde la horizontalidad, en el sentido que nosotras y nosotros como habitantes de este territorio natural le debemos respeto y cuidados máximos a otro ser sin importar si es un ser humano, sino por lo que nos da y nos ayuda a seguir sosteniendo la vida.

Desde el enfoque de la didáctica de las Ciencias Naturales en particular la Biología esto hace sentido cuando hablamos acerca de una visión crítica y decolonial que viene de las Pedagogías Críticas [12] y las Pedagogías Feministas [9]. Siendo las primeras una crítica a la educación bancaria y que tendríamos como docentes alejarnos de repetir un contenido sino invitar a la reflexión y construcción de saberes que permitan no solamente tener un cambio de paradigma en ideas sino tomar acción con respecto al Sistema que nos oprime; a su vez las Pedagogías Feministas ponen el enfoque en la necesidad de abordar y cuestionar cómo la condición de género bajo la dominación de estructuras patriarcales machistas ha atravesado la historia de las mujeres y otras identidades. Así recientemente la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, incorporó como uno de sus ejes transversarles dentro del Plan de Estudio de la Asignatura de Biología III la Perspectiva de género con la intención principal de prevenir la violencia de género y promover una cultura de la paz e incentivar la igualdad.

3. Resultados

Durante la primera lluvia de ideas y reflexión acerca de las imágenes las y los estudiantes lograron identificar y describir el concepto de biodiversidad y reconocer que está siendo afectada por las acciones que realizamos los seres humanos.
Si bien se tuvo que hacer algunas adecuaciones a la estrategia dado que terminamos el semestre en forma virtual, así se les solicitó que realizaran un mapa mental y/o conceptual en donde con base en los videos explicaran la importancia del papel de las mujeres.
En varios de los trabajos las y los estudiantes mencionan la importancia del trabajo comunitario como una herramienta para favorecer la autonomía y soberanía alimentaria de las comunidades indígenas.

También se expresa que el papel de las mujeres campesinas dentro de sus comunidades han generado iniciativas que favorezcan el intercambio de ideas y reconocer el conocimiento que tienen acerca de los recursos naturales que aprovechan y que han tomado espacios para la toma de decisiones y que muchas han adquirido autonomía económica.

Por último las limitaciones para replicar esta secuencia en otros espacios se podría relacionar con la disponibilidad de red y equipos electrónicos, pero lo que me parecería más complicado se para aquel personal docente que no tenga formación en Perspectiva de género y que replique los estereotipos de género al no poner en discusión que los cuidados sociales como el cuidado al medio ambiente no tiene que ver con el género es responsabilidad común dado que tenemos también un futuro compartido tal y como lo estipula los principio del Desarrollo Sostenible y que también es eje de la enseñanza-aprendizaje del tema de Biodiversidad a nivel bachillerato.

4. Reflexiones finales

- Se presentan casos de mujeres latinoamericanas y particularmente mexicanas que han ayudado a la conservación de los recursos naturales de los sitios en donde habitan.
- Retomar el ecofeminismo apunta hacia otro tipo de desarrollos como lo mencionan en los ejemplos de estudio hacia sistemas agroecológicos que son sistemas sustentables.
- Transversalizar el ecofeminismo y las categorías de cuerpo y territorio son de suma importancia para el nuevo Plan y Programa de Estudio ya que son necesarios para fomentar la pluralidad de conocimientos y fomentar la igualdad que es uno de los Objetivos de Desarrollo Sustentable.

5. Referencias

[1] Democracia abierta. (2022). Jóvenes mujeres campesinas: En ruta hacia la transición agroecológica. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=Tq_dwiDUuLE

[2] DW Español.(2022). Desigualdad y herencia colonial en América Latina. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=MACzd4RiYSU

[3] Cabnal, L. (2015). De las opresiones a las emancipaciones: Mujeres indígenas en defensa del territorio cuerpo-tierra. *Revista Pueblos*, *6*.

[4] Espejo Ayka,E. (2022). Yanak uywaña: la crianza mutua de las artes.

[5] France 24 Español. (2024). Los desafíos que enfrentan las mujeres campesinas en América Latin. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=PXAUOgjHfGA

[6] LaCiudadDeLasIdeas. (2016). La historia de “Las Patronas” | Norma Romero. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=g_QOVWPF808

[7] McCann, H. (2020). El libro del feminismo. Akal, 352 pp.

[8] Navarro Trujillo, M. L. Gutierrez Aguilar, R. (2017). Diálogos entre el feminismo y la ecología desde una perspectiva centrada en la reproducción de la vida.: Entrevista a Silvia Federici. Ecología política, (54), 117-120.

[9] Piñones Vázquez, P. (2022). Pedagogías feministas y sus encuentros afectantes: con los pies en la tierra, las manos en la masa y la escuela pata

arriba. 1ra edición. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones y Estudios de Género.

[10] Sistema.bio_LATAM. (2021). Minidocumental: Mujeres en la agricultura | Yucatán, México. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=7KaTY9G5U9U

[11] Tzul Tzul, G. (2019). Mujeres indígenas: historias de reproducción de la vida en Guatemala.Una reflexión a partir de la visita de Silvia Federici. Bajo el Volcán. Revista del posgrado de sociología. BUAP, 1(22).

[12] Yedaide, M. M. (2016). Aportes de la pedagogía crítica y descolonial para un proyecto político-educativo del Sur y para el Sur. *Voces de la Educación*, *1*(2), 102-109.

Las TIC para favorecer el interés de la lectura en alumnos de educación primaria

Karina Cabrera Tellez[1], Martha Rocío Conchas Gaytán[2]

[1] Escuela Normal de Ecatepec (México)
karinacabreraprim@gmail.com

[2] Departamento de Investigación Educativa. Escuela Normal de Ecatepec (México)
rocioconchasgaytan@gmail.com

Resumen. Este artículo aborda el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para fomentar el interés por la lectura en alumnos de primaria. Las TIC, al ser herramientas multimedia, permiten desarrollar diversas habilidades de transmisión de información como texto, audio y video, y en el ámbito educativo se consideran una estrategia innovadora para motivar a los estudiantes. Anteriormente, el término alfabetización se asociaba con la enseñanza de la lectura y escritura, pero hoy en día este concepto ha evolucionado, y ahora se habla de "alfabetización digital". Para la implementación de esta propuesta, se seleccionó el proyecto "palabras y sabores", cuyo propósito es que los estudiantes adquieran aprendizajes, en especial investigando sobre las lenguas habladas en su comunidad, además del español, como lenguas indígenas o extranjeras, utilizando diversas fuentes como materiales de lectura, oficinas públicas, miembros de la escuela, internet, entre otros. Se utilizaron diversos recursos didácticos de las TIC para lograr resultados satisfactorios.

Palabras clave: Tecnologías de la información. Lectura. Recursos didácticos. Alfabetización digital.

1. Introducción

El presente trabajo se refiere al tema de las TIC para favorecer el interés de la lectura en alumnos de educación primaria, podemos definir leer como la acción de interpretar mediante el lenguaje oral un texto y a su vez darle un significado, mientras que las tecnologías de la información y la comunicación son un conjunto de herramientas que brindan el desarrollo de diversas habilidades para la transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes.

La característica principal es que permiten ser una estrategia en cualquier ámbito, pero enfocándonos en la educación, significan una innovación para la enseñanza, la cual puede contribuir en gran medida al aprendizaje para los alumnos del siglo XXI, que requieren de una alfabetización transformada [1].

Para analizar la propuesta de la aplicación, es fundamental mencionar que mediante las TIC podemos adaptar y ocupar una gran cantidad de recursos didácticos que favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El siguiente estudio se realizó, con 13 alumnos de segundo grado de educación básica, con el objetivo de motivarlos a encontrar en la lectura un significado y propósito llevando a cabo una alfabetización digital , ante esto se aplicó la metodología de investigación acción utilizando recursos tecnológicos diseñados para proyectos didácticos del campo formativo “Lenguajes”, en los resultados obtenidos los alumnos demostraron un avance en la comprensión lectora y a la vez desarrollaron habilidades de búsqueda, selección y reconstrucción de la información.

2. Contenido

2.1. Marco teórico

2.1.1. Leer y lectura

Es indispensable responder a las preguntas ¿qué es leer?, ¿Qué entendemos por lectura?, un verbo y un sustantivo, la mayoría de las personas perciben a estas palabras como actividades que solo se desarrollan dentro de la escuela.

Por ello, es importante revisar el concepto de leer, el cual es explicado como una actividad para construir un significado y establecer vínculos entre diferentes datos [2]. Es cierto que al leer se generará una interpretación propia y a su vez le damos sentido al texto escrito, aquí conviene detenerse un momento, para definir la palabra lectura, la cual es una actividad para construir un significado y establecer vínculos entre diferentes datos, es un proceso de interacción entre el lector y el texto [3].

Por lo tanto se aprecia con lo mencionado que el concepto de “leer” se refiere a situarnos frente a un texto escrito y decodificar el mensaje que nos quiere comunicar el autor, mientras que la “lectura” va más allá de esto, debido a que requiere de un esfuerzo mental y visual. En el cual aparte de darle un significado y una interpretación, se comprende el mensaje, se realizan inferencias y cuestionamientos.

2.1.2. Motivación para la práctica de la lectura

El aprendizaje de la lectura depende en la mayoría de los casos de la motivación que el docente y el estudiante presenten, ciertamente, la característica más notable, que dificulta el aprendizaje de la lectura es la falta de motivación. Esta se puede desarrollar por la dificultad para aprender y percibir los textos trabajados en el aula, lo que ocasiona un desinterés en el proceso de aprendizaje.

Por otra parte, la motivación debe ser entendida como la base que sostiene el desarrollo de aquellas actividades que son significativas para la persona y en las que esta toma parte [4]. En el ámbito educativo, la motivación debe ser considerada como la disposición positiva para aprender y continuar haciéndolo de una forma autónoma. En resumen, la motivación implica de un gran impulso para alcanzar el resultado y causar los alumnos la satisfacción de ser lectores, la estrategia para motivar a los

alumnos que se comentó anteriormente, es la implementación de las TIC, este tema se presenta se manera más profunda en el siguiente párrafo.

2.1.3. Aplicación de las TIC como estrategia para la lectura.

Durante muchos años se ha creído que la escuela solo tiene como propósito el enseñar a leer, escribir y contar. Pero, es cierto que los tiempos están cambiando de forma acelerada y por lo tanto la educación también. Las tecnologías de la comunicación y la información se están convirtiendo en instrumentos cada vez más necesarias en los centros educativos [5].

Dentro de esta estrategia para fortalecer la lectura haciendo uso de las tecnologías de la información y la comunicación, En [1] se expone a las TIC como aquella innovación para la enseñanza, la cual puede contribuir en gran medida al aprendizaje para alumnos del siglo XXI, que requieren de una alfabetización transformada, a continuación, se profundiza este tema.

2.1.4. Alfabetización digital

Este término se refiere a la "adquisición de las competencias de producción y análisis del lenguaje audiovisual, en el dominio de uso de los recursos y lenguajes informáticos, o en el desarrollo de habilidades de búsqueda, selección y reconstrucción de la información" [8, p. 15].

En el desarrollo de procesos de aprendizaje en los que esté implicado el uso de las TIC podemos identificar en la fig.1 tres grandes ámbitos o dimensiones competenciales en el aprendizaje escolar del alumnado:

Fig. 1. Competencias digitales [8].

2.1.5. Recursos o materiales didácticos de las TIC

Implementar una innovación en la educación es un proceso complejo que involucra el uso de los recursos o materiales didácticos de las TIC, aunque, ¿Cuál es la diferencia entre recursos y materiales didácticos?

"Los recursos didácticos pueden no haber sido diseñados y construidos específicamente con un fin pedagógico. Sus características brindan la posibilidad de implementarlos en clase, favoreciendo los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por otro lado, los materiales didácticos son aquellos que han sido diseñados y construidos específicamente con un fin didáctico" p. 80. [6].

En apoyo con lo anterior puede que muchos recursos didácticos de las TIC no fueron elaborados para ser utilizados específicamente en el aula. Sin embargo, sus características han propiciado que se conviertan en una herramienta

Como otros recursos también se utilizaron diferentes plataformas digitales para fines académicos, el propósito general de una plataforma es "consumar coincidencias o armonizaciones ("matches") entre los usuarios y facilitar el intercambio de servicios, lo que permite la creación de valor para todos los participantes" [7].

2.2. Metodología

La metodología investigación-acción es un fundamento metodológico que consta de dos momentos, el primero corresponde a la investigación, donde se realizó la recolección continua mediante los resultados recabados de la evaluación diagnóstica MejorEdu, en el cual se identificaron las principales áreas a fortalecer en la lectura, con el propósito de orientar actividades innovadoras se realizó un test de estilos de aprendizaje, a partir de ello se plantearon las actividades que se implementarían. Posteriormente, surge el segundo momento que hace referencia a la acción, su principal objetivo es cambiar la realidad para mejorarla a través de la intervención que se tiene en el aula, utilizando los recursos didácticos de las TIC para fortalecer la lectura en el proyecto didáctico llevando a cabo una alfabetización digital.

La propuesta fue aplicada a los alumnos de segundo grado, el cual está conformado por 13 alumnos que tienen entre 6 y 7 años, de los cuales el 62% son niñas y el 38% corresponde a niños, además, el aula cuenta con las características e instrumentos necesarios que lo convirtieron en un espacio adecuado para el desarrollo de las estrategias diseñadas.

2.3. Descripción de la innovación

Las acciones están encaminadas al cumplimiento de la propuesta, por ello, se encuentran sustentadas en el diagnóstico del grupo, así como en los saberes teórico-metodológicos y didácticos que se desarrollaron. Se eligió el proyecto "Palabras y Sabores" en el que los alumnos deben desarrollar aprendizajes, en particular investigar en diversas fuentes (materiales de lectura, oficinas públicas, miembros de su escuela, internet, etc.) las lenguas que se practican en su comunidad además del español: lenguas indígenas o extranjeras.

También se trata de indagar en materiales de lectura o mediante entrevistas, algunos datos sobre las lenguas, como su origen, quiénes las usan y en qué situaciones. Posteriormente, tomar notas con la información relevante obtenida. Finalmente, reconocer la existencia de otras lenguas en su comunidad. Para el logro de cada uno de estos aprendizajes se utilizaron diversos recursos didácticos de las TIC al igual que plataformas digitales, a continuación, se explican a detalle cada una de las actividades elaboradas.

2.4 Proceso de la aplicación

El proyecto se dividió en nueve sesiones, durante la primera sesión conocieron el propósito didáctico, se proyectó el video titulado “Lenguas Indígenas” creado en Zepeto y Capcut, primero visualizaron un video de su grupo bailando una canción “Run xtanä”, leyeron en voz alta las experiencias de una niña hablante una lengua indígena, originaria de Janitzio, Michoacán, con ayuda de la plataforma de Google Maps se les mostró la ubicación de esta historia. En el primer acercamiento, conocieron mediante el video, la lectura y una investigación las primeras palabras escritas en alguna lengua indígena.

Durante la segunda sesión conocieron la plataforma Canva, en la que diseñaron gafetes para escribir el origen y significado de su nombre, para completar la actividad realizaron su investigación en la plataforma de Google y lo dieron a conocer mediante un video titulado “Origen de mi nombre” y publicado en la plataforma de YouTube como se observa en la fig. 2.

Después, en la tercera sesión, leyeron diversas palabras e investigaron nuevamente en la plataforma de Google el origen de estas, esto con el objetivo de realizar una relación de columnas propuesta por el libro de texto, comenzaron a llenar la ficha “Palabras de origen” realizada en Canva, en donde dibujaban, escribían y leían algunas palabras provenientes de lenguas indígenas.

Fig. 2. Gafete "Origen de mi nombre" diseñado en la aplicación Canva.

En la cuarta sesión los alumnos continuaron llenando su ficha con más palabras de origen indígena, observaron y escucharon la entrevista "Hablante de la Lengua Zapoteca” consultada en YouTube, organizados en dos equipos comenzaron con la redacción de su entrevista considerando el ejemplo proyectó, al final de la sesión leyeron sus preguntas. Durante esta sesión se comenzó a buscar al entrevistado, ningún miembro de la comunidad quiso participar, por lo cual mediante el grupo de Facebook “Lenguas indígenas de México” se contactaron a personas que quiera colaborar en el proyecto respondiendo mediante un video o llamada telefónica respondieran la entrevista de los alumnos, se obtuvieron alrededor de 112 reacciones y 68 comentarios de personas dispuestas a colaborar.

Luego, en la quinta sesión, los alumnos leyeron sus preguntas mediante una llamada telefónica con un señor hablante de la lengua zapoteca, para terminar, agradecieron y registraron las respuestas de manera individual, esta entrevista fue grabada y se subió a

la plataforma de YouTube. Mientras, que en la sexta sesión se realizó una lechita literaria en la cual, los alumnos visualizaron su entrevista como se muestra en la fig.3, además escribieron en un texto las respuestas que recibieron y leyeron en grupo sus reflexiones sobre el producto obtenido.

Fig. 3. Visualización de la entrevista aplicada y reflexión de los resultados obtenidos.

En el desarrollo de la octava sesión presentaron las palabras de origen indígena que conocieron a lo largo del proyecto, realizaron dibujos, los cuales se animaron en la aplicación Animation Maker, es esta sesión leyeron cada una de las palabras aprendidas, también, participaron reunidos en dos quipos el juego de preguntas sobre palabras provenientes de las Lenguas Indígenas creado con la plataforma PowerPoint, se nombraron "Zapotecos" y "Náhuatl", en esa actividad demostraron los aprendizajes logrados.

Por último, en la sesión nueve se presentó el video sobre las palabras grabadas en la sesión anterior, se emocionaron al ver sus dibujos con movimiento, lograron visualizar en la plataforma de YouTube los videos en los que participaron durante el desarrollo del proyecto, de igual forma, los que fueron enviados por miembros del grupo "Pueblos Indígenas de México". Para evaluar lo aprendido, respondieron un Kahoot, el cual contenía preguntas sobre todos los contenidos del proyecto, se jugó nuevamente en equipos, continuaron con sus mismos nombres de la actividad anterior. Finalmente, respondieron una autoevaluación al igual que una prueba escrita donde se colocaron preguntas de correlación, opción múltiple y abierta.

3. Los resultados

De acuerdo con las actividades diseñadas, se consideró el uso de instrumentos de evaluación tales como la autoevaluación que se muestra en la fig. 5, para la valoración de sus aprendizajes sobre el proyecto "Sabores y palabras", como se observa en la fig. 6, el 86 por ciento del alumnado menciona que su nivel de logro de manera general corresponde a "muy bien" durante el proyecto "Sabores y palabras", de esta manera, se interpreta que conocieron diversas lenguas indígenas, investigaron el significado de algunas palabras, así como el origen de su nombre, finalmente lograron entrevistar a una persona para poder escribir, leer y concluir satisfactoriamente un reporte de la misma. Mientras que el 14 por ciento restante del grupo considera que su nivel de logro

es regular debido a que no participaron en alguna de las actividades desarrolladas en el proyecto por inasistencia.

Autoevaluación			
Escuela: Ignacio M. Altamirano Grado: 2° A **Propósito:** Autoevaluar el proyecto "Sabores y palabras" correspondiente al tercer trimestre.			
Nombre del alumno: **Instrucciones:** Lee cada enunciado y marca con una paloma la opción con la que te identificas.			
Indicadores	**Debo Mejorar**	**Regular**	**¡Muy bien!**
1. Conocí el nombre de las lenguas indígenas que se hablan.			
2. Investigué y aprendí el significado de mi nombre con ayuda de Google.			
3. Escribí y presenté el significado al igual que el origen de las palabras que provienen de alguna lengua indígena.			
4. Entreviste a una persona para conocer datos sobre la lengua que habla y me di cuenta de la importancia de las lenguas indígenas.			
5. Tome nota de lo aprendido en la entrevista y realice un texto sin errores ortográficos.			
6. Colaboré con mi esquipo en las distintas actividades del proyecto.			
Total			

Fig. 5. Visualización del instrumento de autoevaluación.

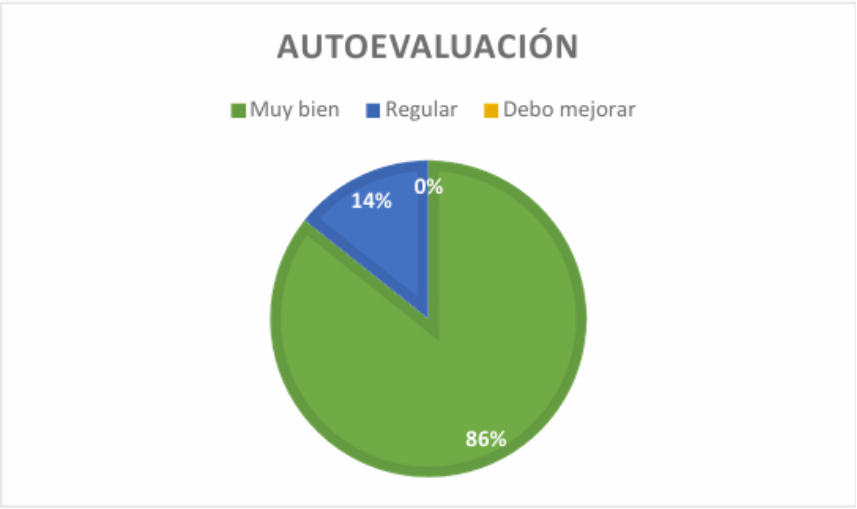


Fig. 6. Resultados del instrumento de autoevaluación.

Para complementar la evaluación se consideró el uso de una prueba escrita, estas se construyen a partir de un conjunto de preguntas precisas, que le exigen al alumno una respuesta. El instrumento de evaluación que se utilizó fue el examen correspondiente al tercer trimestre del ciclo escolar, donde se redactaron preguntas dirigidas a los aprendizajes obtenidos durante el proyecto, al revisar los resultados que se observan en la fig. 7 muestra un avance considerable en cada una de las unidades de análisis que se evaluaron en el diagnóstico de MejorEdu.

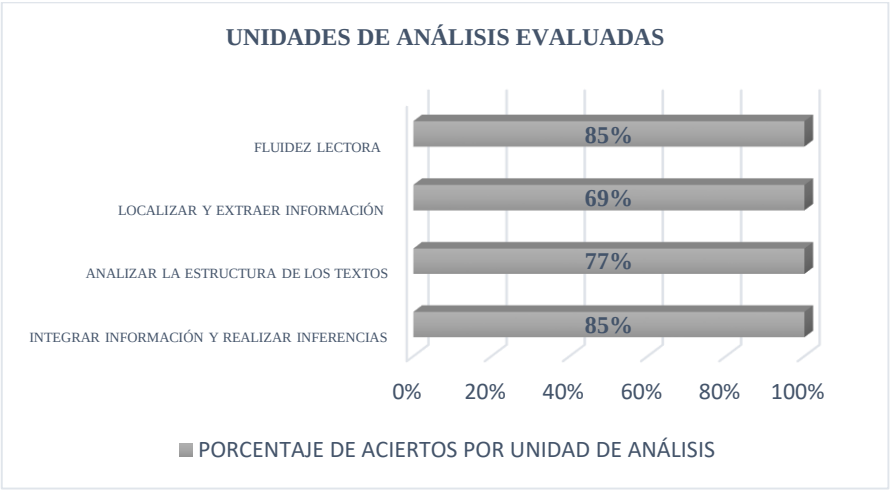


Fig. 7. Resultado del instrumento de evaluación.

La primera unidad de análisis de integrar información y realizar inferencias, se colocaron reactivos donde el 85% del grupo respondió correctamente en la búsqueda de los nombres de las lenguas indígenas.

Mientras, que en la segunda unidad de análisis el 69 de los alumnos contestó correctamente la mayoría de las preguntas enfocadas al significado de su nombre y el origen de algunas palabras. En la unidad analizar la estructura de los textos, el 77% del grupo lograron responder correctamente los reactivos que tenían relación con el propósito y las partes de una entrevista. La última unidad llamada fluidez lectora en la cual se colocó un texto que habla sobre una comunidad indígena, el 85 por ciento del grupo contesto de manera acertada las preguntas de compresión lectora.

Para concluir con la evaluación y saber el impacto de las TIC como estrategia para favorecer el interés de la lectura, se implementó un cuestionario con ocho preguntas con base en las competencias digitales [8], en la tabla 1 que se sintetizaron las respuestas obtenidas por el grupo de 2° A.

Tabla 1. Formulario realizado a los alumnos de 2° A.

Competencias Digitales	Preguntas	Respuestas obtenidas
Saber buscar, seleccionar y comprender la información.	¿Qué lenguas indígenas recuerdas haber escuchado a través de los videos proyectados en clase?	Los alumnos respondieron en su mayoría Maya, mientras que una minoría escribió náhuatl y zapoteco. Pero esta pregunta fue respondida correctamente por el 100 por ciento del grupo.
	¿Qué te parecieron los videos que presento la docente?	Los alumnos respondieron que les gustaron los videos porque aprendieron muchas cosas nuevas y un alumno coloco que estaban “bonitos”.
	¿Qué significa “Mi si en español”?	Los alumnos recodaron la ficha “origen de las palabras” que presentaron

		en video y el 100 por ciento del grupo respondió que significa gato, lo cual es correcto.
	¿Te pareció fácil buscar el origen y significado de tu nombre?	El 90 por ciento del grupo respondió que sí, debido a que encontraron gran variedad de información, mientras que el 10 por ciento del grupo no pudo completar esta actividad por inasistencia.
Saber expresarse textual, audiovisual y digitalmente.	¿Te gustó grabar el significado de tu nombre?	El 100 por ciento del grupo respondió que sí, aunque manifiestan haber tenido nervios durante la grabación.
Saber comunicarse y trabajar colaborativamente en entornos virtuales y presenciales.	¿Alguna vez ya habías realizado una entrevista con ayuda de las plataformas virtuales?	El 100 por ciento del grupo respondió que es la primera vez que lo hacían y les hubiera gustado ver a la persona que entrevistaron.
	¿Te agrado jugar con la aplicación Kahoot?	El 100 por ciento del grupo respondió que sí les pareció divertido.

Las TIC fortalecieron en gran medida el trabajo colaborativo en el aula, los alumnos se encontraban motivados por responder un quizz de Kahoot, se dieron cuenta que necesitaban establecer una comunicación en equipo y buscar soluciones ante los problemas que se les presentaban, para poder lograr el mayor puntaje. Ciertamente, cada una de las sesiones se logró desarrollar en el alumnado un mayor interés y a su vez aprendizajes significativos a través de la lectura. Aún existen más habilidades por desarrollar y aprender, de acuerdo con estas razones se deben usar las TIC para motivar el aprendizaje de los alumnos no solo en la lectura, sino en todos los aspectos académicos.

4. Conclusiones

En este trabajo se implementaron las TIC para favorecer el interés por las lecturas que los alumnos de segundo grado de primaria leen y aprenden en el campo formativo Lenguajes. De acuerdo con las evaluaciones, se logró desarrollar mayor interés en cada uno de los estudiantes.

Se sentían motivados por ver los videos animados, repetirlos y jugar algunas rondas de preguntas en PowerPoint o en Kahoot, estas herramientas, mejor conocidas como recursos didácticos de las TIC, se implementaron en el aula junto con otras, ocupando solamente el proyector y laptop para presentarlas, cabe señalar, que se consideró su uso en momentos estratégicos de cada sesión, principalmente, se utilizaron para el inicio de la clase, en concordancia, cumplían con la función de introducir al alumno a las lecturas del libro, mientras que en el cierre fortalecieron el proceso de evaluación de aprendizajes.

Entre los beneficios que obtienen las alumnas y alumnos al hacer uso de las TIC es que mejoran su comprensión lectora, a la vez potencian sus aprendizajes previos, como resultado de los contenidos que escuchan, ven mediante videos desarrollados, entonces al momento de practicar la lectura le otorgan mayor sentido y significado al texto.

También con el uso planificado y estructurado de los recursos tecnológicos en la educación, los alumnos muestran mayor acercamiento a la alfabetización digital, comienzan a desarrollar competencias digitales, como es la búsqueda de la información en diversas fuentes con el fin de conocer el origen algunas palabras, así como el significado de su nombre, ocuparon los buscadores académicos como el de Google y mediante la lectura y les permite construir productos, por consecuencia aumentan su autonomía para el aprendizaje.

Para que este trabajo se pueda replicar en otros contextos, se requiere actualización de los docentes para el uso de las TIC y contar con recursos tecnológicos básicos en el aula, además de sensibilizar al profesorado para propiciar la comprensión lectora con motivación académica.

5. Referencias

[1] Sánchez, L. N. (2015). Implicaciones, uso y resultados de las TIC en educación primaria. Estudio cualitativo de un caso. EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 51.

[2] Kaufman, A. M. (2007). Leer y escribir: el día a día en las aulas. Buenos Aires: Aique Educación.

[3] Abusamra, V., & Yves Joanette. (2012). Lectura, escritura y comprensión de textos: aspectos cognitivos de una actividad cultural. Neuropsicología Latinoamericana SLAN, 2.

[4] Sotelo, M. (2011). Factores de la teoría motivacional de la auto determinación de Cecy y Ryan. Observatorio Calasanz, 208-210.

[5] Jaramillo, P., Castañeda, P. y Pimienta, M. (2009). Qué hacer con la tecnología en el aula: inventario de usos de las TIC para aprender y enseñar. Educación y Educadores, 12.

[6] Lozano, A. (2005). El éxito en la enseñanza: aspectos didácticos de las facetas del profesor. México: Trillas.

[7] Silva, F. D., & Georgina Núñez. (2021). La era de las plataformas digitales y el desarrollo de datos en un contexto de libre competencia. Santiago: Naciones Unidas Cepal.

[8] Moreira, M. (2015). Tecnologías digitales: Multialfabetización y bibliotecas digitales. Madrid: Universidad Laguna.

Reconfigurando saberes en biología: una propuesta didáctica con perspectiva de género

Jordan William Cruz Castillo[1]

[1] Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, UNAM (México)
jordan.cruz@cch.unam.mx

Resumen. La incorporación de la perspectiva de género en la educación es una prioridad internacional respaldada por organismos como la UNESCO y por reformas educativas nacionales, como las impulsadas por la SEP en México. En este contexto, el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) ha ajustado sus programas de estudio para integrar este enfoque, incluyendo la asignatura de Biología. Sin embargo, los lineamientos actuales aún presentan vacíos en cuanto a estrategias concretas para su implementación. Este trabajo se enfoca en una propuesta de intervención didáctica orientada a introducir la perspectiva de género en el tema de selección sexual, parte del programa de evolución biológica de Biología 4 en el CCH Sur. La propuesta se desarrolla en dos sesiones: la primera revisa críticamente la visión tradicional de Darwin sobre selección sexual y su relación con estereotipos de género; la segunda presenta modelos alternativos de reproducción y comportamiento en el reino animal que rompen con los moldes binarios tradicionales. Se aplicó una prueba piloto a cuatro grupos diferentes de sexto semestre (tercer año), y se realizó un breve análisis de su pertinencia a partir de los cinco marcos de acción.

Palabras clave: biología con perspectiva de género, selección sexual, educación media superior, estrategia didáctica.

1. Introducción

La igualdad de género ha sido una preocupación internacional, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) establece que la educación con perspectiva de género es fundamental para garantizar el derecho a una enseñanza inclusiva, equitativa y de calidad, promoviendo la igualdad de oportunidades y eliminando las barreras estructurales que perpetúan la discriminación y la desigualdad [1]. En ese tenor, la Secretaría de Educación Pública de México (SEP) incluyó en su Plan de Estudios siete ejes articuladores, entre ellos la "Igualdad de Género", con el propósito de transformar la educación y evitar la reproducción de modelos de desigualdad, violencia y discriminación [2].

Particularmente, el Colegio de Ciencias y Humanidades (bachillerato de la UNAM) ha buscado incorporar la perspectiva de género en la enseñanza de las diferentes asignaturas de su plan de estudios. En 2024 se presentaron los programas ajustados, los

cuales apuntaron a incorporar la perspectiva de género en todas las asignaturas [3]. Específicamente, para las asignaturas de Biología, el programa de estudios plantea como un enfoque disciplinario, es decir, como una forma de organizar los temas y darles coherencia a los conocimientos, a la igualdad de género señalando que se logrará "mediante el uso de lenguaje incluyente, el respeto, la empatía dentro y fuera del aula y la integración de aportaciones de las mujeres a la ciencia y a la divulgación" [4]. Además, plantea dos veces el concepto de perspectiva de género dentro del cuerpo del texto sin desarrollar dicho punto. Es decir, aunque el programa de estudios menciona la perspectiva de género, no profundiza en su significado ni en estrategias concretas para su implementación en la enseñanza de la biología. Esto deja abierta la interrogante sobre cómo el profesorado puede traducir este enfoque en prácticas pedagógicas efectivas que realmente transformen la enseñanza y cuestionen los sesgos de género en la ciencia.

En el imaginario colectivo están presentes, y con mucho arraigo, varias ideas equivocadas acerca de la "naturaleza sexual" de la especie humana. Ideas que acompañan al discurso hegemónico que por mucho tiempo ha estado presente tanto en la educación formal como informal, al menos de occidente. Un discurso que fomenta y promueve la falsa idea de la dicotomía macho-hembra, y los roles asociados a esta, entre otros. Lo curioso, interesante y lamentable de algunas de esas ideas es que han buscado su cobijo en la biología, apelando a su autoridad científica. En las aulas de biología, el contenido del curso es inseparable de las normas sobre los cuerpos humanos, los comportamientos y las ideas sobre lo que se considera "natural" en relación con los seres humanos [5].

Roughgarden señala que, en el campo de la ecología y la evolución, la visión tradicional de la teoría de selección sexual de Darwin predica determinados patrones de comportamiento de machos y hembras como universales: macho dominante y hembra sumisa, por ejemplo; siendo que en la naturaleza se presenta una diversidad de comportamientos reproductivos del reino animal [6]. En su forma más perjudicial, los cursos de biología pueden reforzar estereotipos dañinos, dejando en el estudiantado la impresión de que la diversidad de género y sexual en los seres humanos es contraria a la "biología básica" o "antinatural" [7].

Este trabajo plantea puntos de partida para repensar la enseñanza de la biología en el aula de bachillerato, a partir de la transversalización de la perspectiva de género desde contenidos temáticos del programa de estudio de Biología del CCH. Lo anterior se desarrolla a partir de una propuesta de intervención en el aula (estrategia didáctica) que está en proceso de estructuración y valoración, con el objetivo de favorecer una enseñanza más inclusiva y crítica. Dicha estrategia busca no solo visibilizar la diversidad biológica desde una perspectiva no binaria, sino también cuestionar los estereotipos de género que han permeado históricamente la disciplina.

A través de esta propuesta, se pretende generar un espacio de reflexión en el que el alumnado pueda analizar cómo los conceptos biológicos han sido interpretados y utilizados para legitimar ciertas normas sociales, y cómo la biología, como ciencia, puede contribuir a la construcción de una sociedad más equitativa.

2. Incorporación de la perspectiva de género en la enseñanza de la biología

La perspectiva de género se ha consolidado como una herramienta clave para analizar cómo las diferencias de género impactan en distintos ámbitos de la vida social, política y económica. Esta perspectiva facilita la comprensión de las relaciones que influyen en las diversas identidades sexuales y de género, así como en la manera en que la escuela contribuye a reproducir y legitimar un sistema sexo/género específico [8]. Su incorporación posibilitará que la enseñanza de la biología sea más inclusiva, al permitir que el estudiantado comprenda mejor su vida, sin importar cómo sea su cuerpo, su identidad de género, sus preferencias sexuales o su tipo de familia [9].

La enseñanza de la biología representa un campo fértil y oportuno para cuestionar los supuestos tradicionales sobre el sexo, el género y la sexualidad que históricamente han sido presentados como verdades absolutas desde una mirada biologicista. Incorporar la perspectiva de género en esta disciplina permite problematizar nociones como el dimorfismo sexual, la heterosexualidad normativa y los estereotipos asociados a los cuerpos, contribuyendo así a desmontar discursos que han excluido o invisibilizado a quienes no encajan en los moldes binarios. Por ejemplo, el tema de evolución ofrece múltiples oportunidades para que el estudiantado aprenda sobre la diversidad de género y sexualidad que ocurre de manera natural en especies no humanas [10].

En el discurso educativo, referente a la incorporación de la perspectiva de género, se plantea el concepto de transversalización, entendido como el proceso mediante el cual se integra de manera sistemática y permanente el enfoque de género en todos los niveles y áreas del quehacer educativo. Esto implica no solo abordar contenidos específicos sobre género, sino revisar críticamente los planes de estudio, los materiales didácticos, las prácticas docentes y la organización escolar para garantizar que no reproduzcan estereotipos ni desigualdades [11]. De hecho, el Plan de Desarrollo de la Universidad (2023-2027) plantea a la igualdad de género como eje transversal [12].

Zemenick y colaboradores sugieren 6 principios a partir de los cuales desarrollar una clase de biología que integre la diversidad sexual y de género. *Presentar la diversidad* (diversidad): introducir conceptos y ejemplos a la luz de diversidad biológica. *Proveer contexto* (contexto): discutir cómo el contexto social e histórico ha influido en la investigación. *Utilizar lenguaje inclusivo* (lenguaje): discutir abiertamente y fomentar la crítica de los términos empleados en biología. *Presentar el proceso iterativo de la ciencia* (ciencia iterativa): señalar las lagunas en la comprensión actual y hacia dónde se dirige la investigación. *Diversificar los modelos* (modelos): presentar al estudiantado modelos identificables con la diversidad. *Cultivar una cultura de respeto* (aula segura): enfatizar en la construcción de un aula segura para el estudiantado. Los principios no solo atienden una aproximación desde los contenidos, sino también desde la práctica docente y ambiente escolar [7].

3. Estrategia didáctica

La estrategia didáctica fue diseñada para atender e incorporarse durante los contenidos de evolución biológica, específicamente después de abordar el tema de selección natural. En el CCH el tema se aborda en el curso de Biología 4 (plan 2024 y plan 2016), para atender el siguiente aprendizaje conceptual: "Explica los tipos de selección natural y la adaptación como procesos evolutivos que modifican las frecuencias alélicas en las poblaciones biológicas" [4].

La propuesta se estructuró en dos sesiones de dos horas. La primera sesión para revisar la visión tradicional de teoría de selección sexual de Darwin; la segunda para realizar una crítica desde una perspectiva de género y ofrecer modelos alternativos. En la Fig. 1 se presenta un diagrama de flujo del desarrollo de la estrategia.

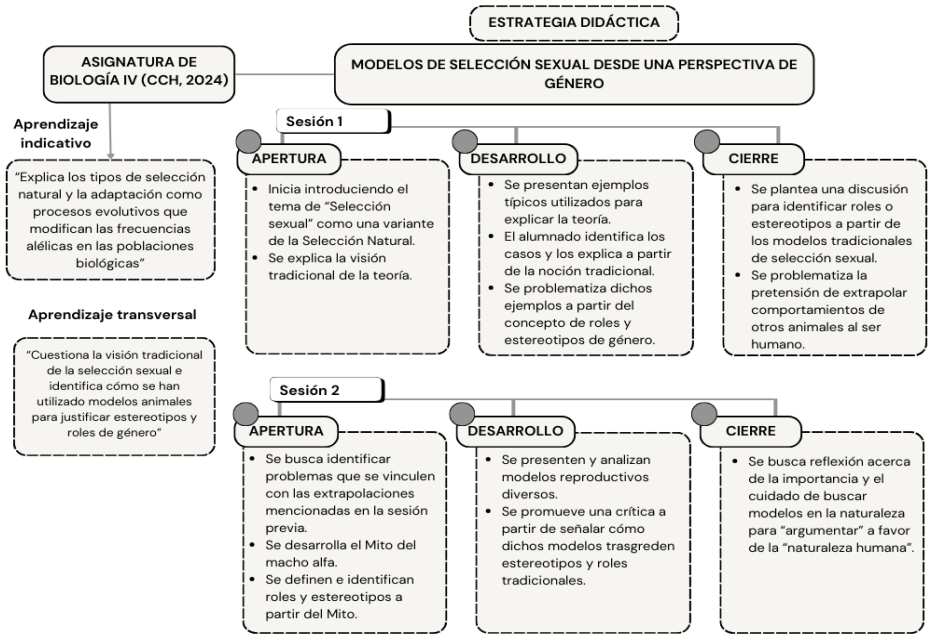


Fig. 1. Diagrama de flujo del diseño de una estrategia didáctica.

Se buscó que cada momento de la intervención didáctica se alineara con los principios señalados por Zemenick y colaboradores [7]. El principio de *diversidad* se incorporó a partir de la revisión de conductas reproductivas animales como bonobos, el pez payaso, lagartijas *Nemidopohorus*, entre otros. Cada uno de los ejemplos sugirió una estrategia reproductiva que trasgredía las normas tradicionales de la biología enseñada desde un enfoque binario. El principio anterior se vincula también con el de *modelos* puesto que cada ejemplo representó uno diferente. El *contexto* se enfatizó en distintos momentos de la estrategia, primero señalando cómo algunas ideas vinculadas con el mito del macho alfa emanan de una interpretación sesgada de jerarquías sociales en animales, extrapoladas de manera acrítica en las relaciones humanas. Puntualizando que la noción del macho dominante en lobos fue malinterpretada a partir de

observaciones en cautiverio y cómo investigaciones posteriores desmintieron esa estructura jerárquica rígida en poblaciones silvestres. El principio de *ciencia iterativa* se hizo presente a partir de la discusión acerca de cómo las explicaciones en ciencia se van construyendo, revisando y modificando con base en nuevas evidencias, contextos y marcos interpretativos; usando como punto de partida la explicación de la selección sexual de Darwin a la luz de nueva evidencia. Finalmente, los principios de *aula segura* y *lenguaje* tienen que ver con aspectos del ejercicio docente en tanto que exigieron una práctica reflexiva y consciente para buscar favorecer entornos de respeto, inclusión y participación. Por lo anterior se promovió el uso de un lenguaje no sexista y la validación de distintas identidades de género dentro del aula, reconociendo que el modo en que el profesorado se comunica y establece normas puede contribuir a reproducir o transformar estructuras de exclusión. Asimismo, hubo una disposición abierta al diálogo y atenta a generar condiciones de seguridad para que el alumnado pudiera expresarse libremente y sin temor a la discriminación, así como reconocer momentos de conflictos cognitivos, vinculados con sus creencias sobre roles y estereotipos de género.

Un punto medular de la estrategia fue que planteó al centro la inclusión de otros modelos sexuales y reproductivos del reino animal, ampliando la visión respecto a los comportamientos de machos y hembras, así como estrategias reproductivas diversas. Por ejemplo, en algunas especies de peces como el pez payaso (Amphiprioninae), los individuos pueden cambiar de sexo según las necesidades del grupo, mientras que en ciertas aves y mamíferos se han documentado comportamientos homosexuales que cumplen funciones sociales, jerárquicas o de cooperación. Estos casos desafían la noción de que la reproducción es el único fin del comportamiento sexual y permiten al alumnado comprender que la diversidad sexual y de género no es una anomalía, sino una estrategia adaptativa más dentro de la evolución biológica [6].

La prueba piloto se aplicó a cuatro grupos diferentes de biología en el CCH Sur, sumando un promedio de 80 estudiantes. El alumnado participó activamente en la intervención y de quienes se solicitó una breve reflexión. En la Tabla 1 se presentan algunos comentarios.

Tabla 1. Comentarios del alumnado

Alumna	**Comentario**
Ante la pregunta: Si la naturaleza tiene tantos modelos diferentes de selección sexual ¿por qué en la sociedad se promueven sólo algunos como “naturales”?	
Mel	La sociedad…“solo promueve [modelos] a los que se acercan o representan los estereotipos de mujer y hombre creados para controlar a la sociedad, en la mayoría de veces reprimiendo a las mujeres…”
Daniela	“La sociedad ha seleccionado y promovido ciertas estructuras como <naturales> y lo normalizan y no por ser las únicas posibles, sino porque han servido para mantener jerarquías e ideologías dominantes”
Mariana	“Desde mi perspectiva es porque eso les da cierta “superioridad” o ciertos beneficios que han sido

	aceptados a lo largo de la historia… casi todos los modelos anteriores benefician a los hombres"
Comentarios sobre la clase	
Alberto	"La clase me pareció interesante, algo inesperada (cosa que no está mal) porque es algo que nunca vi antes en biología"
Themis	"La clase me gustó. Creo que fue porque normalmente no puedo hablar de esos temas con mis padres, y hay momentos en que cuestiono muchas cosas… Fue como darme cuenta de que hay otras formas pensar…"

4. Marcos de acción para una biología con perspectiva de género (reflexiones sobre prueba piloto)

Long sugiere cinco marcos de acción para lograr una biología con perspectiva de género (PG): *autenticidad, continuidad, afirmación, anti-opresión* y *agencia* [10]. La *autenticidad* se refiere a la integración de la inclusión dentro del currículo, las lecciones deben estar alineadas con las creencias del profesorado, y basado en investigación empírica. Como se mencionó previamente, en el programa actualizado de biología se menciona a la PG, sin embargo, no se sugieren estrategias ni mucho menos contenidos; por lo cual la estrategia se plantea como autentica en la medida que integra el desarrollo de un contenido temático acorde con los aprendizajes del programa, desde investigaciones actualizadas y arbitradas. Así mismo, se alinea con las creencias de quien la desarrolló y aplicó.

La *continuidad* sugiere que la inclusión de género debe ser recurrente en el currículo, no como una clase "especial", así como buscar consistencia entre el contenido de una clase y otra [10]. Respecto a esto, para todos los grupos se aplicó después de haber revisado previamente conceptos como evolución y selección natural, lo cual resultó crucial para plantear un hilo conductor con la teoría de selección sexual. Esto es importante dado que así se establece una continuidad en los contenidos y no se revisa el tema como algo aislado o como un extra de la clase de biología, sino que se le buscó dar continuidad, con miras a desarrollar otras estrategias didácticas.

El marco de *afirmación* subraya la importancia de que el alumnado aprenda sobre la diversidad de género y sexualidad en la naturaleza, como recurso valioso para la ciencia y la sociedad [10]. La estrategia incorpora modelos de reproducción diversos, que apuntan precisamente a remarcar cómo la naturaleza reproductiva de los animales es diversa. En ese mismo tenor, el marco de *anti-opresión* busca poner sobre la mesa y cuestionar las prácticas y visiones científicas actuales a partir de las cuales se invisibiliza o niega la diversidad. La propuesta buscó cuestionar ideas vinculadas con estereotipos y roles de género que buscan su resguardo en la idea de "naturaleza", asociada la biología; mismas que enmascaran mitos como el del macho alfa.

Finalmente, la *agencia* busca que sea el alumnado quien haga aportaciones y comentarios sobre el contenido de la clase [10]. La propuesta en cuestión se desarrolló buscando promover la participación y articular sus ideas, dudas y comentarios con el

hilo temático y de discusión; en la Tabla 1 se presentaron algunos comentarios o reflexiones del alumnado. Este aspecto resulta de suma relevancia, puesto que se alinea con el modelo educativo del colegio, y permite reconocer el impacto e involucramiento con las reflexiones.

5. Conclusiones

La incorporación de la perspectiva de género en la enseñanza de la biología representa una necesidad urgente para construir entornos educativos más inclusivos, críticos y alineados con los principios de equidad. A pesar de que los programas ajustados del Colegio de Ciencias y Humanidades mencionan este enfoque, persiste una brecha entre lo que se plantea de manera general y su aplicación concreta en las aulas. Esta situación exige desarrollar estrategias didácticas que traduzcan dichos lineamientos en prácticas pedagógicas efectivas, capaces de cuestionar los discursos biologicistas que históricamente han legitimado la desigualdad y los estereotipos de género.

La estrategia diseñada e implementada, en una prueba piloto, en torno al tema de la selección sexual mostró que es posible articular contenidos curriculares tradicionales con una mirada crítica y actualizada desde la perspectiva de género. Al visibilizar la diversidad de modelos reproductivos en el reino animal y problematizar los usos ideológicos de la biología, el alumnado tuvo la oportunidad de reflexionar sobre la relación entre ciencia, sociedad y construcción de normas de género. Esta intervención permitió demostrar que la diversidad sexual y de género es una realidad natural y no una anomalía, desafiando la noción de que lo biológicamente "normal" es lo binario y heterosexual. Y para el alumnado estos contenidos se presentan como “novedosos” y que les cuestionan premisas de sus creencias; y sus comentarios lo evidencian.

Asimismo, se constató que trabajar con ejemplos empíricos actualizados, promover el lenguaje inclusivo y fomentar un aula segura fortalece la agencia del alumnado y su capacidad crítica frente a los discursos científicos tradicionales. En este sentido, los principios planteados por Long resultaron útiles para evaluar y fortalecer la propuesta pedagógica para futuras aplicaciones. Lo anterior brinda un marco de acción para consolidar una enseñanza de la biología más equitativa y transformadora.

6. Referencias

[1] UNESCO (2019). Del acceso al empoderamiento. Estrategia de la UNESCO para la igualdad de género en y a través de la educación 2019-2025. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371127

[2] Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (MEJUREDU) (2024). Igualdad de género en la educación obligatoria. *Educación en Movimiento núm.30* https://www.mejoredu.gob.mx/images/publicaciones/boletin-3/boletin30-2024.pdf

[3] Carrillo, P. (2024, agosto 6). En vigor los programas de estudio ajustados. *Gaceta CCH*. https://gaceta.cch.unam.mx/es/en-vigor-los-programas-de-estudio-ajustados

[4] Colegio de Ciencias y Humanidades (2024). Programa de estudio 2024. Área de Ciencias Experimentales Biología I-IV. UNAM. https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2024/Biologia_I_a_IV.pdf

[5] Ah-King M. (2013). Queering animal sexual behavior in biology textbooks. *Confero: Essays on Education, Philosophy, and Politics* 1: 46–89.

[6] Roughgarden, J. (2013). *Evolution's Rainbow: Diversity, Gender, and Sexuality in Nature and People*. University of California Press.

[7] Zemenick, A., Turney, S., Websert, A., Jones, S. y Weber, M. (2022). Six Principles for Embracing Gender and Sexual Diversity in Postsecondary Biology Classrooms. *BioScience* vol. 72 No. 5.

[8] Severino, M. (2018). *La Formación ciudadana en perspectiva de género: Apuesta gubernamental y reacción eclesiástica en torno a la materia construcción de la ciudadanía para la educación Secundaria de la Provincia de Bs As*. UNLP. FaHCE.

[9] Gender Spectrum (2020, abril 8). Gender Inclusive Puberty and Health Education. Gender Spectrum. https://genderspectrum.org/articles/puberty-and-health-ed.

[10] Long, S. (2019). Growing a Gender-Inclusive Biology Curriculum: A Framework and Reflections for Secondary Science Teachers. *The Assembly: A Journal for Public Scholarship on Education* Vol. 2

[11] Munévar, D. y Villaseñor, M. (2005). Transversalidad de género. Una estrategia para el uso político-educativo de sus saberes. *La ventana.* No. 25. 68 p.

[12] Gaceta UNAM. (2024, 23 mayo). Listo, el Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.gaceta.unam.mx/listo-el-plan-de-desarrollo-institucional-2023-2027/:contentReference[oaicite:1]{index=1}

Agradecimientos. Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto "**Estrategias didácticas para incorporar la perspectiva de género en la enseñanza de la biología en el CCH**", apoyado por el Programa **UNAM-DGAPA-PAPIME-PE-202125**. Además, agradezco la participación del alumnado en la prueba piloto, sus respuestas y recomendaciones resultan muy valiosas para mejorar este trabajo.

Habitar la escuela desde las diferencias: discapacidad visual en el CCH Sur-UNAM

Maris Sofía Flores Cruz[1] y Jordan William Cruz Castillo[2]

[1 y 2] Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur. Universidad Nacional Autónoma de México / UNAM (México)
sophya_flores@ciencias.unam.mx[1]; jordan.cruz@cch.unam.mx [2]

Resumen. El presente escrito busca compartir la labor del grupo de trabajo *TENOLI: red ceceachera por la discapacidad* del Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, ante el incremento de estudiantes inscritos con discapacidad visual y en consecuencia la necesidad de sensibilizar y concientizar a las diferentes comunidades del Colegio sobre tal condición en el aula. Para lograr su intervención educativa el grupo realizó un diagnóstico de necesidades de la comunidad con discapacidad visual, a partir de ello se detectaron una serie de propuestas mismas que permitieron diseñar estrategias didácticas para algunas asignaturas del Plan de Estudios: física y biología. Las estrategias integraron objetos tridimensionales y otros recursos educativos como mediadores para trascender el enfoque hegemónico visual y así promover procesos de enseñanza y de aprendizaje desde las diferencias.

Palabras clave: discapacidad en el aula, discapacidad visual, objetos tridimensionales e inclusión educativa.

1. Introducción

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha asumido el reto de consolidarse como una Institución inclusiva. Se estima que la población estudiantil es de 373 mil; de este número, el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) atiende a una población aproximada de 60 mil estudiantes de bachillerato [1]. En 2024, para el caso del CCH Plantel Sur (CCH Sur), el Departamento de Asuntos Estudiantiles informó que la población de estudiantes con algún tipo de discapacidad visual sumaba 725. Aunque la educación se establece como un derecho fundamental para toda la población [2], la Secretaría de Educación Pública reconoce que las personas con discapacidad han enfrentado históricamente situaciones de exclusión y discriminación [3]. Jiménez sugiere que en México la discriminación posee un carácter estructural, manifestándose de manera sistemática en la segregación y el trato subordinado hacia determinados grupos [4]; lo cual afecta gravemente en el goce de derechos de las personas con discapacidad.

En este sentido, la UNAM ha impulsado diferentes acciones como la creación en 2013 de la Unidad de Atención para Personas con Discapacidad, cuyo objetivo es robustecer la inclusión de estudiantes a la vida universitaria. Una segunda acción fue la publicación en el año 2022, de los *Lineamientos para Fomentar la Inclusión de las*

Personas con Discapacidad en la UNAM. Sin embargo, es una realidad que en el bachillerato de dicha Universidad no ha habido acciones institucionales concretas para las personas con discapacidad, esto se aprecia en el Plan de Trabajo de la Dirección General del CCH [5], así como en el Plan de la dirección del Plantel Sur [6] donde no aparecen líneas de acción explícitas al respecto.

Hablar de inclusión educativa va más allá de aumentar el ingreso de estudiantes con discapacidad, implica hacer una valoración en términos de 4 conceptos clave: *asequibilidad*, *accesibilidad*, *aceptabilidad* y *adaptabilidad*; conocido como el esquema de las 4-A definido por Tomasevski [7]. Guiado por este esquema, Crosso realizó una valoración de la educación inclusiva en América Latina [8], y más recientemente De La Cruz lo utilizó como una brújula para indagar el estado de la educación en estudiantes con discapacidad a nivel bachillerato y licenciatura en la Ciudad de México [9]. Entre los resultados de esta última investigación destacan: 1) en la asequibilidad se han creado los Centros de Atención para Estudiantes con Discapacidad CAED; 2) en cuanto a la accesibilidad se requieren rampas útiles, puertas amplias para el acceso en silla de ruedas o con muletas, sanitarios limpios y con agarraderas; 3) la aceptabilidad mostró que en los cursos del currículum no se identificaron propuestas de formación para mejorar los procesos de enseñanza, y 4) en la adaptabilidad, son escasos los materiales en Braille, falta personal de apoyo, poca empatía para flexibilizar los tiempos y las formas de evaluación.

Bajo el contexto anterior, se conformó el grupo de trabajo *TENOLI. Red ceceachera por la discapacidad* en el CCH Sur, como iniciativa de docentes[1] con el propósito de promover espacios escolares dignos, abiertos y respetuosos para toda la comunidad, sin que una condición de discapacidad afecte su recorrido por el Colegio. Para esto, desarrollaron 4 ejes de intervención: 1) diagnóstico para identificar las necesidades del alumnado con discapacidad visual basado en el esquema de las 4-A; 2) sensibilización y concientización de las comunidades del Colegio: docentes, estudiantes, trabajadores y cuerpo directivo; 3) formación docente sobre la discapacidad desde la perspectiva de la pedagogía de las diferencias; y 4) elaboración de materiales y estrategias didácticas para el profesorado. El presente artículo da cuenta únicamente de los ejes 1 y 4 en discapacidad visual al ser la más representativa en el plantel, esto no escatimó las necesidades de atender otras discapacidades, sino que reconoce las limitaciones temporales para abordar otras.

2. Marco teórico

Una brújula que ha guiado las investigaciones para evaluar el estado actual de la educación inclusiva es el esquema de las 4-A [9]. La *asequibilidad* hace referencia a la disponibilidad suficiente de Instituciones, programas de enseñanza y condiciones óptimas para su funcionamiento (docentes, presupuesto, instalaciones e infraestructura). En tanto, *la accesibilidad* apunta al grado de acceso a la educación, eliminando cualquier tipo de discriminación ya sea por pertenencia a grupos

[1] Participantes del grupo de trabajo TENOLI: María Teresa Yeni Briones Saldaña, María Isabel Damián Guillén, Verónica Herrera Fuentes, Marina Ruiz Boites, Renata Acevedo Acosta, Antonio Chagoya López y los autores del artículo.

vulnerables, condición socioeconómica, entre otras. En tercer lugar, la *aceptabilidad*, se relaciona con la pertinencia de los programas de estudio y métodos pedagógicos, acorde con las culturas de los pueblos y los derechos humanos. Por último, la *adaptabilidad*, alude a la flexibilidad de la educación para adaptarse a las necesidades de formación del alumnado.

Un punto de partida es cómo configurar a la discapacidad desde un enfoque que trascienda la visión patológica del sujeto, y cuestione el paradigma sociocultural sobre "lo normal" que ha generado barreras en las personas con discapacidad. Precisamente, la pedagogía de las diferencias utiliza la idea de diferencia como valor, en contraparte a lo referido como "anormal", tal que la convivencia educativa involucra atención, disponibilidad, receptividad y hospitalidad, no por una ética individual o institucional, sino porque involucra una responsabilidad con el ser, con el otro/a [10].

La pedagogía de las diferencias plantea una visión crítica que cuestiona la idea de diversidad desde un enfoque epistémico y pedagógico; reconociendo que ésta solo puede entenderse a través de la interacción y la coexistencia con el otro. Desde tal perspectiva la educación es un proceso de comunicación donde distintos puntos de vista coexisten y se negocian; e implica considerar las condiciones específicas en las que se da el proceso educativo. En este sentido, la educación no se limita a incluir a grupos históricamente excluidos, sino transformar las dinámicas educativas para que sean espacios de reconocimiento, diálogo y emancipación. Lo anterior implica cuestionar las estructuras dentro de la escuela y generar prácticas pedagógicas que permitan que todas las voces sean escuchadas y valoradas [11].

Otro aspecto clave para modificar la estructura dentro del aula, es cambiar el enfoque del individuo como unidad de análisis hacia comprender el proceso de aprendizaje como una construcción conjunta, donde el docente guía al sujeto hacia el objeto de conocimiento a través de los mediadores, los cuales son herramientas físicas o simbólicas (como el lenguaje) encargadas de relacionar al sujeto con lo social en la medida en la que interactúa con el ambiente [12], también conocido como *paradigma sociocultural del aprendizaje*. En el caso de estudiantes con discapacidad, el profesorado debe disponer de mediadores que trasciendan las barreras a las que se enfrenta el alumnado, por ejemplo, la escritura en Braille un mediador entre el conocimiento y las personas ciegas.

El Modelo Educativo del CCH precisamente se caracteriza por fomentar un paradigma sociocultural del aprendizaje, además de promover la autonomía del alumnado bajo tres pilares [13]: aprender a aprender, aprender a hacer, y aprender a ser. Estos principios invitan al profesorado a situarse en un proceso de construcción conjunta del conocimiento con el alumnado, lo que demanda trascender el enfoque patológico de la discapacidad, es decir, evitar que el alumno participe sólo como auxiliar o apoyo, e incluso que los niveles cognitivos deban disminuir su grado por la complejidad.

Finalmente, la discapacidad visual es un término amplio que abarca tanto a personas ciegas como aquellas con un remanente visual también conocidas con baja visión y baja visión profunda dependiendo de la agudeza y el campo visual [14]. En el caso de personas cuya visión se corrige con el uso de lentes refractivas no son consideradas dentro de la comunidad con discapacidad.

3. Metodología

El trabajo que se presenta se hizo dentro de un paradigma de corte cualitativo con el objetivo de valorar la experiencia subjetiva a partir de las narrativas del estudiantado e identificar las necesidades de la comunidad estudiantil con discapacidad visual del CCH Sur dentro del esquema de las 4-A, a través de entrevistas y eventos académicos, y así detectar algunas propuestas y herramientas para el proceso de enseñanza y aprendizaje, y consecuentemente consolidarlas en el diseño de dos estrategias didácticas, una para la asignatura de Física y otra en Biología.

La investigación se enfocó a la discapacidad visual al ser la más representativa en el Plantel Sur. En el ciclo escolar 2024-2025 del CCH Sur, se detectó una población de 16 estudiantes con discapacidad visual: 2 personas ciegas y 14 con baja visión.

Se utilizó el método cualitativo que favorece una mirada más amplia y compleja del objeto de estudio [15], en este caso de las necesidades de la comunidad estudiantil con discapacidad visual. Este método permitió explorar el mundo de las subjetividades del alumnado y conocer cómo la población estudiantil está vivenciando sus procesos de formación y de habitar en el plantel. Como instrumentos para detectar las necesidades se utilizaron dos herramientas: entrevista semiestructurada conformada por 26 preguntas orientadas hacia el enfoque de las 4-A; y un evento titulado *1er Encuentro Habitar la escuela desde las diferencias: discapacidad visual*, cuyo propósito no fue únicamente sensibilizar a las comunidades del plantel, sino también visibilizar y dar voz a las experiencias, necesidades y propuestas tanto del alumnado y profesorado con discapacidad visual como del personal docente que ha acompañado estos procesos, para esto se proporcionaron preguntas guía que facilitaron la construcción de los discursos.

En ambos instrumentos se convocó a la población de estudiantes. En el Encuentro, primer instrumento aplicado, participaron un estudiante y un profesor ambos con discapacidad visual; un docente del alumno con dicha condición; el cuerpo directivo, docentes y estudiantes sin discapacidad. Ante la baja respuesta de la población, se les convocó por vía telefónica para la entrevista; únicamente asistieron 4 estudiantes en mayo de 2024, aunque la mayoría había confirmado e incluso se brindó la opción de aplicar la entrevista en otro día, no quisieron participar.

Desde el enfoque cualitativo estos 5 testimonios permiten identificar las necesidades del alumnado reconociendo las singularidades de la realidad que se pretende comprender y así identificar aspectos en común en la mejora de los procesos educativos [16]. Para recuperar la información se realizó la transcripción de las entrevistas y los discursos, además se construyeron 4 casos de las entrevistas. En cuanto al análisis se identificaron las necesidades y propuestas por categorías acorde con el esquema de las 4-A, posteriormente se condensaron en Tablas y a partir de los hallazgos se diseñaron 2 estrategias didácticas, una en Física y otra en Biología a modo de ejemplo para el profesorado que incursiona en el tema, sin embargo, no se implementaron en el aula.

4. Resultados y discusión.

1.1. Diagnóstico de las necesidades del alumnado

La Tabla 1 presenta los hallazgos del diagnóstico del alumnado con discapacidad visual detectados en las entrevistas y el Encuentro. De la revisión de las entrevistas se construyeron 4 casos, ver Anexo 1, que muestran algunas necesidades detectadas.

Tabla 1. Necesidades del alumnado con discapacidad visual en el CCH Sur.

Accesibilidad	Aceptabilidad	Adaptabilidad
• Inexistencia de barandales en las rampas y escaleras. • Iluminación baja o nula en diferentes espacios escolares para estudiantes con baja visión. • Obstáculos dentro y fuera del aula: personas sentadas en las escaleras; mochilas distribuidas por todo el salón que interfieren con la memoria espacial del alumnado con discapacidad visual; lazos u objetos colgantes en eventos académicos. • Discriminación por parte del profesorado ante la discapacidad del alumnado, incluso cuando ésta no es visible para el docente. • Actitudes de rechazo por parte del alumnado para trabajar en equipo y poca empatía al no preguntar si el estudiante requiere apoyo. • Complicaciones en los trámites escolares: poca claridad de los procedimientos; firma de éstos; y exámenes de aptitudes e intereses por parte de la Institución sin adaptaciones.	• Poca empatía del profesorado porque no posee conocimientos para atender la discapacidad. • Sinodales de los extraordinarios con pocas herramientas para atender a un estudiante con discapacidad visual al ser exámenes escritos.	• Poca o nula flexibilidad en los tiempos para la entrega de actividades. Existen casos donde la discapacidad es múltiple y el movimiento corporal impide avanzar a la velocidad del grupo. • Poca flexibilidad en las formas de evaluación. • Los 5 estudiantes con discapacidad visual reportaron no utilizar el Braille, y señalaron la necesidad de grabar las clases.

Los resultados en la *accesibilidad* y *adaptabilidad* coinciden con las barreras geográficas y de discriminación, así como en la falta de flexibilidad en tiempos y formas de evaluación detectadas por Crosso en América Latina desde el año 2010 [8]. Específicamente la adecuación de las prácticas evaluativas también fue sugerida por Correa y Rúa en Colombia en el año 2018 [17]. Nótese que la participación del alumnado con discapacidad visual fue 5 de 16 estudiantes, esto coincide con el temor a ser expuestos y por la discriminación que continúa presentándose en los espacios escolares.

En la *aceptabilidad* las necesidades expresadas por el alumnado coinciden con la revisión del Programa de Formación docente del CCH, donde se aprecia la carencia de líneas de formación sobre la discapacidad en el aula; igualmente reportado en el estudio de Crosso. Respecto a los Programas de Estudio del CCH del 2016 falta una mirada inclusiva para contener los procesos de discriminación; y aunque en los Programas de Estudio actualizados se presenta un eje titulado Formación para la ciudadanía [18], no se hace de manera explícita, ni mucho menos desarrollada.

Si bien, el alumnado no expresó necesidades concretas sobre la *asequibilidad*, en función de lo anterior es evidente que la institución no ha atendido lo suficiente la discapacidad en el CCH, tanto en la formación del profesorado, cuerpo directivo y de la base trabajadora; como en sus instalaciones, infraestructuras, y en personal de apoyo

o docentes especialistas en el tema. Nótese que a 15 años del análisis de Crosso [8] permanecen muchas de las problemáticas en los espacios escolares.

A partir de lo anterior, se detectaron algunas propuestas y herramientas para coadyuvar en los procesos de enseñanza y aprendizaje, las cuales se presentan en la Tabla 2. Se incluyen aquellas que el alumnado con discapacidad visual recomendó.

Tabla 2. Propuestas y herramientas para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Accesibilidad	Aceptabilidad	Adaptabilidad	Asequibilidad
• Conservar el espacio sin modificaciones por la memoria espacial del alumnado. • Concientizar a todas las comunidades del Colegio sobre la discapacidad. • Visita previa antes de ingresar al plantel para reconocer el espacio. • Colocar texturas en los espacios para reconocer la ubicación. • Promover el deporte en personas con discapacidad. • Curso de capacitación en tecnología.	• Brindar cursos de formación docente al profesorado sobre discapacidades. • Trabajar con el profesorado poco sensibles a la discapacidad. • Promover el Programa Institucional de Asesorías al ser fundamental en la atención de dudas académicas. • Uso de lenguaje no discriminatorio.	• El teléfono móvil como herramienta de trabajo: grabar las clases; utilizar aplicaciones como Google Lens para escuchar una lectura. • Activar el parlante de los teléfonos móviles. • Comunicación alumnado-docente: preguntar al alumnado antes de suponer; y el alumnado debe expresar sus necesidades al profesorado y a su equipo. • Describir las explicaciones del pizarrón. • Objetos tridimensionales.	• Brindar un acompañamiento al profesorado que atiende la discapacidad en el aula. • Realizar un estudio sobre la accesibilidad en el CCH Sur. • Construir un área tiflológica en la biblioteca: con audiolibros y personal de apoyo. • Mobiliario suficiente y en buen estado: sillas, computadoras y contactos eléctricos.

La asistencia tecnológica para personas con discapacidad visual es fundamental para promover la autonomía, independencia, calidad de vida e inclusión social; Alves y colaboradores realizaron un estudio sobre la percepción del profesorado acerca del uso de la asistencia tecnológica, en la cual se reconoce que la tecnología permitió al estudiantado con discapacidad visual adaptarse mejor a los procesos de aprendizaje y a los ámbitos académicos habituales [19], tal como lo enuncia el estudiantado del Colegio en la Tabla 2.

4.1 Estrategias didácticas con un enfoque inclusivo

En función del análisis de los resultados, se definieron los mediadores siguientes para la construcción de estrategias didácticas.

- Uso de material en formato de audio.
- Uso de las IA para lectura de textos y búsqueda de objetos.
- Brindar instrucciones claras y puntuales indicando la dirección derecha, izquierda, arriba o abajo.
- Presentación descriptiva de las personas que conforman al grupo y de los personajes científicos estudiados en clase.
- Utilizar otros sentidos como el tacto y el oído.

- Búsqueda de la autonomía del alumnado para lo cual es importante preguntarle cuáles son sus herramientas de trabajo y necesidades para no asumir sin preguntar.
- Diseñar no solo para la comunidad con discapacidad visual, sino con la finalidad de que todo el grupo tenga la experiencia de aprender de otras maneras.

Con base en las consideraciones anteriores y en las propuestas de la Tabla 2 se diseñó una estrategia didáctica para Biología y otra para Física. En las fig. 1 y 2 se presentan los diagramas de flujo de cada estrategia, como propuestas de trabajo en el aula para trascender la hegemonía visual y promover otras posibilidades de aprendizaje para estudiantes con y sin discapacidad visual

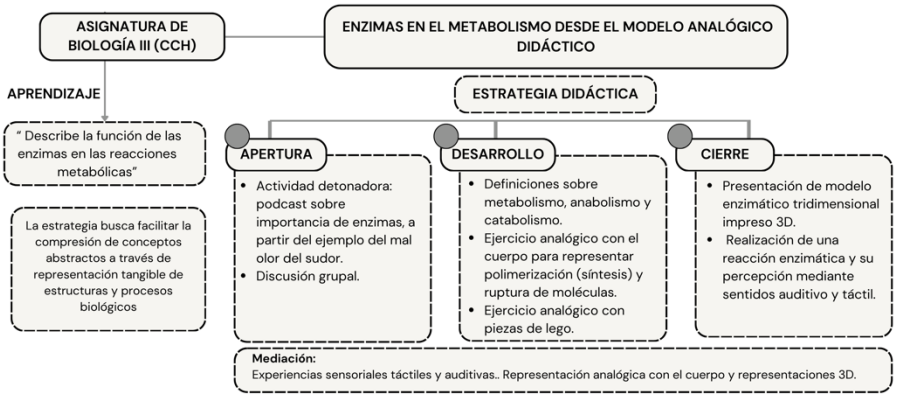


Fig. 1. Diagrama de flujo del diseño de una estrategia didáctica para Biología.

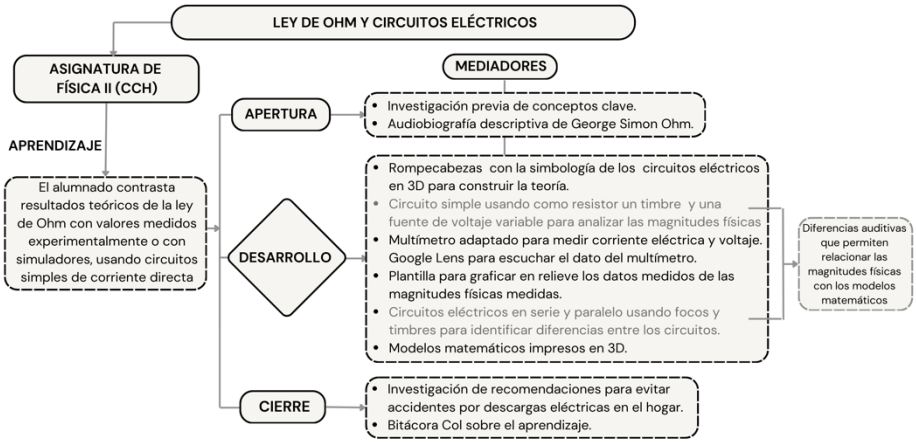


Fig. 2. Diagrama de flujo del diseño de una estrategia didáctica para Física.

Las estrategias didácticas fueron presentadas a algunos profesores del Colegio quienes señalaron ser consistentes disciplinariamente. Sin embargo, queda pendiente implementarlas en el aula para su valoración esto como parte de la segunda fase del trabajo de investigación e intervención en el CCH Sur.

5. Conclusiones

Este primer diagnóstico de estudiantes con discapacidad visual en el CCH Sur, visibiliza las barreras a las que se han enfrentado en su recorrido por el Colegio, evidenciando la enorme tarea no solo del profesorado sino de la institución para garantizar el derecho a la educación, pues hasta ahora el CCH Sur no podría considerarse como una institución inclusiva. Los resultados de las 4-A, ofrecen una brújula para intervenir en el Colegio, de forma más significativa e integral, no obstante, queda la tarea de continuar con el diagnóstico al profesorado con discapacidad visual.

El diagnóstico y las estrategias son un referente situado para el profesorado del CCH Sur que incursiona en la discapacidad en el aula. Si bien la valoración de las estrategias está pendiente, es importante señalar que estas buscan atender la accesibilidad, adaptabilidad y adaptabilidad en dos áreas de formación para el alumnado: biología y física. Asimismo, un aspecto clave es que el alumnado con discapacidad visual reconoce a las Inteligencias Artificiales y al teléfono móvil como herramientas indispensables para disminuir las barreras de accesibilidad a la información y como apoyo en su proceso de aprendizaje.

Resulta importante señalar que, a partir de los resultados del diagnóstico, se llevaron a cabo diversas actividades como cursos y eventos de concientización, y surgieron múltiples iniciativas orientadas a la sensibilización y difusión a través de la elaboración de infografías, manuales y trípticos dirigidos a las comunidades del Colegio. No obstante, debido a los alcances y objetivos de este escrito, no se detallan todas las acciones implementadas, aunque cabe destacar que todas comparten un propósito común: repensar y transformar las formas de habitar la escuela desde las diferencias, en la construcción colectiva de un CCH inclusivo.

6. Referencias

[1] Villegas González, H. (2024). Un millón 18 mil 405 alumnos han pasado por las aulas del CCH. *Gaceta del Colegio de Ciencias y Humanidades*. https://gaceta.cch.unam.mx/es/un-millon-18-mil-405-alumnos-han-pasado-por-las-aulas-del-cch

[2] ONU (1948). Declaración Universal de los Derechos Humanos, París. https://www.ohchr.org/EN/UDHR/Documents/UDHR_Translations/spn.pdf

[3] SEP (2020), Estrategia Nacional de Educación Inclusiva, México.

[4] Jiménez, J. M. (2022). El derecho a ser diferente, exigencia en la educación superior. En Pérez- Castro, J., *El derecho a la educación de las personas con discapacidad*. (pp. 133 - 156) Serie IISUE educación: Universidad Nacional Autónoma de México.

[5] Colegio de Ciencias y Humanidades. (2022). Plan de trabajo de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades 2022-2026. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/Plan-Trabajo-ENCCH-2022-2026.pdf

[6] Colegio de Ciencias y Humanidades. (2022). Plan de trabajo del Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Sur. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.cch-sur.unam.mx/pdf/plan_slg_oct22.pdf

[7] Tomasevski, K. (2004). Indicadores del derecho a la educación. *Revista IIDH.* vol. 40, 2004, pp. 341-388: http://www.corteidh.or.cr/tablas/R08064-11.pdf

[8] Crosso, C. (2010). El derecho a la educación de personas con discapacidad: impulsando el concepto de educación inclusiva, *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva.* vol. 4, núm. 2, pp. 79-95.

[9] De la Cruz, F. G. (2022) El derecho a la educación de jóvenes con discapacidad en media superior: análisis de las 4-A. En Pérez- Castro, J., *El derecho a la educación de las personas con discapacidad.* (pp. 185 -208) Serie IISUE educación: Universidad Nacional Autónoma de México.

[10] Skliar, C. (2015) Preguntar la diferencia: cuestiones sobre la inclusión, Sophia, 11(1), 33-43. Universidad La Gran Colombia, Quindío: Colombia.

[11] Bazán, D., Sanhueza, R., Valladares, M. A., & Chible, C. (2019). Pedagogía de las diferencias (cuando el problema no es el otro, sino el que mira a ese otro). En D. Bazán (Ed.), *La Escuela Inclusiva* (pp. 9-24). HomoSapiens. https://www.researchgate.net/publication/354937030_Pedagogia_de_las_diferencias_cuando_el_problema_no_es_el_otro_sino_el_que_mira_a_ese_otro

[12] Carrera, B. y Mazzarella, C. (2001). Vygotsky: enfoque sociocultural Educere, vol. 5, núm. 13, abril-junio, 2001, pp. 41-44 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela.

[13] CCH. (2024a) Modelo Educativo. En la Página oficial del Colegio de Ciencias y Humanidades. https://www.cch.unam.mx/misionyfilosofia

[14] García, C. (2012) Guía de atención educativa para estudiantes con discapacidad visual, Instituto de educación de Aguascalientes.

[15] Álvarez-Gayou, J. (2003). Como hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología. México: Paidós.

[16] Maxwell, J. A. (2019). *Diseño de investigación cualitativa.* Gedisa Editorial

[17] Correa, L. y Rúa, J. (2018). La trampa de la educación especial: rodeos y laberintos jurisprudenciales para garantizar el derecho a la educación inclusiva de las personas con discapacidad. *Revista Derecho del Estado, Universidad Externado de Colombia*. N.º 41, julio-diciembre, pp. 97-128.

[18] CCH. (2024b) Programas de Estudio para Física I a IV, CCH área de ciencias experimentales del Colegio de Ciencias y Humanidades. DGCCH. UNAM, México

[19] Alves C., Monteiro G., Rabello S., Gasparetto M., Carvalho K., (2009). Assistive technology applied to education of students with visual impairment. *Rev Panam Salud Publica*, 26(2):148–52.

Este trabajo fue realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-INFOCAB PB-403824. Además, agradecemos a los estudiantes que participaron en la investigación en búsqueda de construir un CCH digno para todas las personas.

ANEXO 1. Casos de estudiantes del CCH sur

CASO 1
Exalumno del CCH, tiene visión baja debido a una amaurosis congénita de Leber. El campo de visión es reducido, en palabras del estudiante es parecido a cuando al teléfono móvil le bajan la intensidad del brillo al mínimo. Cuando hay suficiente luz puede ver si se acerca a los objetos, sin embargo, por las noches se le dificulta trasladarse.
El estudiante ha realizado diferentes deportes como montañismo, senderismo, atletismo; incluso sale en bicicleta. Estudia la licenciatura de Historia.
Una experiencia durante el CCH fueron las complicaciones en algunos trámites escolares, específicamente en la aplicación de un extraordinario recurrió al apoyo de una profesora quien no pertenecía a los sinodales.

CASO 2
Exalumno del CCH Sur padece discapacidades múltiples (auditiva, visual y motora) debido a una hemiparesia espástica derecha, es decir, el lado derecho de su cuerpo no tiene suficiente movilidad. Utiliza la mano izquierda, le cuesta trabajo hablar y hacerlo rápido, y en el ojo derecho padece visión baja.
Le gusta el deporte, armar rompecabezas y coleccionar funko pops. Actualmente estudia ingeniería geofísica.
En la clase de Taller de lectura, redacción e iniciación a la investigación documental tuvo una situación con una profesora y su adjunta, ambas señalaron que al no ser visible su discapacidad no tenían por qué tener alguna consideración en cuanto al tiempo para entregar las actividades. A pesar de que el estudiante entregó los trabajos con los criterios definidos en rúbricas siempre obtuvo mala nota sin argumentos claros. Finalmente reprobó la asignatura y cuando solicitó la revisión de un examen recibió comentarios de intimidación y mejor solicitó el cambio de profesor.

CASO 3
Estudiante de 5to semestre del CCH Sur, tiene únicamente el 10% de su capacidad visual desde su nacimiento, utiliza bastón para su desplazamiento.
En su primer año en el colegio hizo buenos amigos, lo integraron en actividades dentro y fuera del aula. Al pasar de año y cambiar sus grupos tuvo que interactuar con más estudiantes, sin embargo, él ha sentido rechazo por parte del alumnado ya que buscan la manera de no integrarlo en sus equipos de trabajo, así como tampoco están dispuestos a apoyarlo en alguna actividad o en su desplazamiento dentro y fuera del aula, incluso ha recibido algunos comentarios despectivos. Se aisló de su grupo.
Este año escolar fue muy fuerte para él en cuestiones afectivas e incluso se ha sentido discriminado.

CASO 4
Estudiante de 5to semestre del CCH sur, tiene retinosis pigmentaria, por lo que tiene 50% de su capacidad visual y ceguera nocturna.
Es estudiante del turno vespertino y para regresar a casa usa el transporte PUMA, un día por la noche iba caminando por el estacionamiento de profesores en dirección a los PUMA. Como es sabido la iluminación de ese espacio es muy limitada, por esta razón mientras el estudiante se desplazaba no vio un desnivel, lo que provocó que se cayera y se lastimara sus rodillas y manos, por lo que tuvo que faltar algunos días al Colegio. Muy pocas personas se detuvieron ayudarlo, de hecho, se quedó varios minutos en el suelo esperando apoyo.

Posters

Uso de ChatGPT en la docencia de Estructuras de Datos en los Grados de Ingeniería Informática.

Mª José Domínguez Alda[1] Teresa Diez Folledo[1]

[1] Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá (España)
mariajose.dominguez@uah.es; teresa.diez@uah.es

Resumen. Es un hecho que la Inteligencia Artificial (IA) generativa está siendo utilizada, en mayor o menor medida, por nuestros estudiantes. En muchos casos como apoyo para el estudio, resolviendo dudas y generando materiales complementarios a los utilizados en clase (explicaciones de conceptos, solución de ejercicios y problemas, etc), pero en otros para realizar o resolver trabajos y ejercicios que nos entregan como originales. En este caso, el problema planteado no es solo de fraude o plagio sino responder a cuestiones como ¿realmente están aprendiendo? ¿cómo está resolviendo los estudiantes las tareas que les planteamos? ¿comprenden lo que nos están presentando? Este trabajo trata de responder a las preguntas anteriores, concretamente en la asignatura de Estructuras de Datos. Se analizan las respuestas de ChatGPT a diferentes preguntas planteadas en relación con la asignatura, valorando por un lado cómo están utilizando nuestros estudiantes ChatGPT y por otro si debemos replantearnos la forma de evaluar los conocimientos adquiridos por estos para saber si realmente están aprendiendo. Finalmente, se incluyen recomendaciones para integrar la IA generativa como herramienta de apoyo en la docencia de la asignatura.

Palabras clave: IA generativa, ChatGPT, Docencia de Estructuras de Datos, Evaluación

1. Introducción

En los últimos años, el uso de la IA generativa en el ámbito académico ha experimentado un notable aumento. Los estudiantes recurren a herramientas como ChatGPT, Gemini o Copilot para resolver dudas, generar materiales complementarios, y en algunos casos, para resolver ejercicios o implementar código de forma automática. Aunque estas herramientas pueden ser útiles para el aprendizaje, se plantean interrogantes sobre su impacto en la comprensión real de los estudiantes y su aprendizaje autónomo.

En este trabajo nos planteamos estudiar el impacto que puede tener el uso por los estudiantes de ChatGPT en la asignatura de Estructuras de Datos y si es necesario replantearnos la forma de evaluar. En los siguientes apartados se describen varios artículos relacionados y se analizan las respuestas de ChatGPT cuando le planteamos explicaciones de conceptos, soluciones de ejercicios y trabajos prácticos de la asignatura. Se comprueba si se ajustan al resultado esperado y se valora tanto su uso

como apoyo durante las clases para mejorar el proceso de aprendizaje como la necesidad de replantear los instrumentos de evaluación para valorar realmente lo que los estudiantes han aprendido.

2. Trabajos relacionados

Estudios recientes han analizado cómo están utilizando los estudiantes ChatGPT en el aprendizaje de materias de ingeniería [1] y como herramienta de ayuda en las tareas de programación [2, 3]. Sin embargo, si bien las herramientas de IA pueden ofrecer un apoyo significativo, también pueden facilitar la tentación del fraude académico [4, 5].

Gonzalez Escribano [6] describe la experiencia realizada utilizando ChatGPT para desarrollar las prácticas de la asignatura de Algoritmia. Los resultados indican que ChatGPT puede disminuir el tiempo dedicado por los alumnos a los ejercicios prácticos, sin embargo, introduce algunos problemas, como errores de programación y dificultad para escribir las instrucciones que permitan obtener las respuestas adecuadas.

En [7] se investiga la integración práctica de ChatGPT en un curso de estructuras de datos y algoritmos. A pesar de las limitaciones detectadas, el estudio muestra cómo la combinación de ChatGPT con supervisión activa permite reducir la carga de trabajo del profesor y potenciar el aprendizaje de los estudiantes.

3. Análisis del uso de ChatGPT en la docencia de Estructuras de Datos.

En esta asignatura, los estudiantes deben adquirir los conocimientos necesarios para seleccionar y utilizar las estructuras de datos y algoritmos más adecuados para resolver problemas informáticos. El enfoque utilizado en la docencia es principalmente práctico, los estudiantes resuelven ejercicios en los que deben pensar los algoritmos más adecuados para el problema planteado, utilizando las diferentes estructuras de datos estudiadas en la asignatura. Los estudiantes podrían simplemente usar la IA para generar el código o las soluciones, en lugar de demostrar su propia comprensión y habilidades.

Es importante destacar la diferencia entre resolver un problema utilizando programación y generar código en un lenguaje de programación. Esta asignatura se enfoca en la abstracción de los enunciados de los problemas planteados, para escribir algoritmos correctos y eficientes, así como la implementación de soluciones utilizando un lenguaje de programación.

Con el objetivo de analizar las respuestas de ChatGPT en relación con ambos aspectos, las preguntas planteadas incluyeron ejercicios más teóricos, relacionados con el uso adecuado de estructuras de datos y algoritmos en pseudocódigo, y ejercicios más prácticos en los que se pide la implementación de los algoritmos y estructuras en C++. En ambos casos, la instrucción se redactó utilizando un vocabulario similar al del material docente utilizado en las clases.

Las respuestas obtenidas se evaluaron utilizando los siguientes criterios:

4. Los resultados

El análisis crítico de las respuestas permitió identificar las fortalezas y debilidades del uso de ChatGPT en la resolución de ejercicios de Estructuras de Datos, de cara a responder a las cuestiones inicialmente planteadas. En los ejercicios de carácter más teórico, si bien en muchos casos las respuestas generadas eran correctas, se observaron limitaciones en la capacidad de ChatGPT para abordar problemas más complejos y fue necesario reformular y completar las instrucciones. En el caso del código, en la mayoría de los casos se obtiene un código que funciona y resuelve el problema, aunque se encontraron errores conceptuales. Algunos errores observados fueron los siguientes:

- Diseño de algoritmos: Los algoritmos recursivos no siempre son correctos, por ejemplo, en el algoritmo de búsqueda binaria no se incluyeron todos los casos en la implementación, esto hace que la solución no funcione en todos los casos.
- Estructuras de Datos: Algunas de las operaciones de las estructuras de datos se han implementado como funciones y no como métodos de la clase. El código funciona correctamente, sin embargo, no es coherente con los conceptos estudiados en la asignatura.
- Programación orientada a objetos: Se encontraron errores conceptuales, por ejemplo, todos los atributos se declaran como *public* lo que evita tener que declarar métodos para el acceso a estos, pero va en contra de las características (encapsulamiento y ocultación) de la programación orientada a objetos.
- Implementación: El código en muchos casos no está suficientemente modularizado, por ejemplo, el código para la lectura de datos se mezcla en el código que realiza otras operaciones. Esto dificulta la comprensión, depuración y reutilización del código.

5. Conclusiones

En este trabajo se han evaluado las soluciones que genera ChatGPT al plantearle diferentes ejercicios utilizados en la asignatura Estructuras de Datos, con el objetivo de verificar su corrección y las posibilidades de utilizar esta herramienta en la docencia. Partiendo de los resultados expuestos anteriormente, podemos concluir lo siguiente:

- En el caso de su uso por los estudiantes, que lo utilizan habitualmente, es necesario entrenar el pensamiento crítico de forma que aprendan a analizar las soluciones propuestas por esta herramienta, corrigiéndolas o utilizándolas sólo en caso de que se ajusten a los contenidos estudiados en la asignatura.

- Los profesores deben familiarizarse con los sistemas de IA generativa, es necesario replantearse la evaluación de forma que se limite el uso, por parte de los estudiantes, de soluciones generadas por estos sistemas. Esto puede incluir exámenes o presentaciones orales, donde los estudiantes deban explicar y justificar sus soluciones, exámenes breves o test que permitan comprobar los conocimientos adquiridos, etc. Se trata de poner de relieve la importancia de los resultados obtenidos y la contribución al trabajo presentado. Puede ser muy útil integrar

ChatGPT, siempre con supervisión, como herramienta interactiva durante las sesiones de enseñanza y aprendizaje para motivar a los estudiantes. Por ejemplo, los alumnos pueden participar en trabajos en grupo durante las clases magistrales o sesiones de prácticas, donde deberán debatir y comparar sus soluciones generadas por IA generativa con un caso práctico o pueden criticarlas y mejorarlas.

6. Referencias

[1] Thanh Pham, Binh Nguyen, Son Ha, Thanh Nguyen Ngoc Digital transformation in engineering education: Exploring the potential of AI-assisted learning. Australasian Journal of Educational Technology, 2023, 39(5).

[2] Freire-Avilés Roger Marcelo, Muzzio-Arguello, Javier Mauricio, Freire-Avilés, Verónica Adriana, Vélez-San Martín, Bryan Orlando (2024). Inteligencia artificial en la educación: una revisión sistemática de la transformación de la enseñanza de Python mediante ChatGPT en educación superior. Vol.8-N° 4, 2024, pp.4712-4738 Journal Scientific MQRInvestigar.

[3] Rocío del Amor, Adrián Colomer, Valery Naranjo (2023) El rol de la inteligencia artificial generativa en la educación: beneficios potenciales de ChatGPT para promover el aprendizaje en tareas de programación en Python. Congreso In-Red UPV, 13 – 14 de julio de 2023. Doi:https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16621

[4] J. Brings, M. Daun, How ChatGPT Will Change Software Engineering Education. ITiCSE 2023,Conference Innovation and Tecchnology in Computer Science Education (ITICSE) July 8–12, 2023, Turku, Finland

[5] T. Rasul et all, The role of ChatGPT in higher education: Benefits, challenges, and future research directions. Journal of applied Learning and Teaching, Vol. 6 nº 1.

[6] Arturo Gonzalez-Escribano (2024). Usando chatGPT para programar en una asignatura de Algoritmia. Actas de las Jenui, vol. 9. Páginas: 35-42

[7] Pooriya Jamie, Reyhaneh Hajihashemi, Sharareh Alipour (2024). Utilizing ChatGPT in a Data Structures and Algorithms Course: A Teaching Assistant's Perspective. arXiv:2410.08899v1 [cs.HC] Cornell University.

Un análisis del interés en el programa de Ciencias Naturales en la Universidad de Mayores de la UAH

Teresa Diez Folledo [1], M.ª José Domínguez Alda [1],

[1] Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá (España)
teresa.diez@uah.es; mariajose.dominguez@uah.es

Resumen. Este trabajo analiza la participación de personas mayores de 55 años en programas de alfabetización científica en la Universidad de Mayores de la Universidad de Alcalá (UAH). A partir de los datos de inscripción en los programas de Ciencias Naturales y Humanidades en los cursos académicos comprendidos entre los años 2022 a 2025, se examina la evolución del interés en la alfabetización científica, diferenciando por sexo. Los resultados evidencian un crecimiento en la participación en ciencias naturales, con un aumento progresivo de la inscripción femenina, lo que sugiere una mayor inclusión y diversidad en los intereses educativos de la población mayor.

Palabras clave: Alfabetización científica. Aprendizaje a lo largo de la vida. Envejecimiento Activo.

1. Introducción

La alfabetización científica es un componente fundamental para la comprensión del mundo moderno y el ejercicio de una ciudadanía crítica. En el contexto del aprendizaje a lo largo de la vida, los espacios informales de educación, como la Universidad de Mayores de la UAH, desempeñan un papel clave en la promoción de la cultura científica entre la población mayor. En las últimas décadas los Programas Universitarios de Mayores han jugado un papel muy importante en el envejecimiento activo integrando al mayor en el contexto universitario no sólo como beneficiario, sino como protagonista y agente activo del desarrollo social, cultural y científico de la sociedad.

Los antecedentes de la Universidad de Mayores de la Universidad de Alcalá se encuentran en los cursos de extensión universitaria dirigidos a mayores de 55 años durante los años 1998-2003 y se institucionaliza el 23 de junio del año 2004 planteándose como objetivos fundamentales de su actividad: “Mejorar el nivel formativo y cultural de los ciudadanos de su entorno inmediato, colaborando así con los fines de la Universidad de Alcalá en cuanto a la difusión de la Cultura”, así como contribuir en la formación a lo largo de la vida, siguiendo los argumentos de la comunicación de la Unión Europea: “Aprendizaje de adultos: nunca es demasiado tarde para aprender”. La Universidad de Alcalá cumplía así, una de las directrices marcadas en la Declaración de Bolonia de 1999 en relación con el Espacio Europeo de Educación Superior, que es, la creación de un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje y el fomento de la Educación Permanente.

La oferta docente de la universidad de mayores de la Universidad de Alcalá consta de dos programas (Humanidades y Ciencias Naturales), que se imparten a lo largo de todo el curso académico, cursos monográficos y del programa Interuniversitario para los mayores (comunidad de Madrid) de duración determinada dentro del curso académico.

El programa de Humanidades consta de cuatro cursos, abarcando desde la época antigua en 1º, medieval en 2º, moderna en 3º para finalizar con la época contemporánea en 4º curso, abarcan una gran variedad de disciplinas que permiten a los estudiantes explorar las raíces de la cultura, el arte, la filosofía y la historia desde la antigüedad hasta el mundo contemporáneo. A través de estos programas, los participantes pueden profundizar en las influencias que han dado forma a la sociedad moderna y entender el contexto histórico, filosófico y artístico que sigue impactando el mundo actual.

El programa de Ciencias Naturales consta de tres cursos, que cubren una amplia variedad de temas fundamentales dentro de las ciencias naturales, lo que proporciona una comprensión integral de la biología, la física, la geología, la microbiología y otras disciplinas relacionadas. Esto no solo fomenta la alfabetización científica en los estudiantes mayores, sino que también los capacita para comprender los procesos naturales que afectan a la vida diaria, la salud y el medio ambiente.

En este artículo, se analiza la evolución de la participación en programas de alfabetización científica de personas mayores de 55 años, con un enfoque en la distribución por sexo.

2. **Metodología**

Se han analizado los datos de inscripción en los programas de Ciencias Naturales y Humanidades de la Universidad de Mayores de la UAH durante los cursos académicos 2022/23, 2023/24 y 2024/25. La distribución de estudiantes se ha examinado en términos de número total de participantes, porcentaje de inscripción en cada programa y diferencias entre hombres y mujeres tabla 1.

Tabla 1. Número total de participantes y porcentajes por programa

CURSO 2022_23	ALUMNOS	%	% TOTALES
PROGRAMA DE CIENCIAS NATURALES	102	36%	36%
HOMBRE	47	17%	46%
MUJER	55	20%	54%
PROGRAMA DE HUMANIDADES	178	64%	64%
HOMBRE	65	23%	37%
MUJER	113	40%	63%
Total general	280	100%	100%

CURSO 2023_24	ALUMNOS	%	% TOTALES
PROGRAMA DE CIENCIAS NATURALES	112	40%	40%
HOMBRE	42	15%	38%
MUJER	70	25%	63%
PROGRAMA DE HUMANIDADES	169	60%	60%
HOMBRE	62	22%	37%
MUJER	107	38%	63%
Total general	281	100%	100%

CURSO 2024_25	ALUMNOS	%	% TOTALES
PROGRAMA DE CIENCIAS NATURALES	130	46%	46%
HOMBRE	69	24%	53%
MUJER	61	22%	47%
PROGRAMA DE HUMANIDADES	153	54%	54%
HOMBRE	60	21%	39%
MUJER	93	33%	61%
Total general	283	100%	100%

3. Los Resultados

Los datos muestran un aumento progresivo en la inscripción en el Programa de Ciencias Naturales figura 1:

- **Curso 2022-23:** 102 alumnos (36% del total), con una mayor participación femenina (54%).
- **Curso 2023-24:** 112 alumnos (40% del total), con un aumento en la participación femenina al (63%).
- **Curso 2024-25:** 130 alumnos (46% del total), con una distribución más equitativa entre hombres (53%), aunque el aumento es mayor, y mujeres (47%).

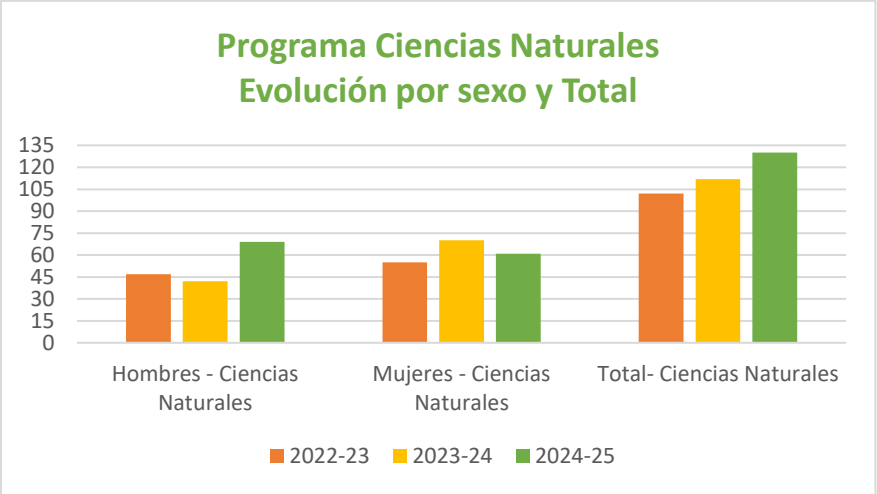


Fig. 1. Evolución inscripción alumnos por sexo Programa ciencias Naturales Universidad de Mayores UAH.

4. Conclusiones

El incremento del interés en Ciencias Naturales es evidente, en hombres se acentúa en el último curso frente a los cursos anteriores y entre las mujeres es un hallazgo significativo, pues su participación ha pasado del 54% en 2022-23 al 63% en 2023-24, aunque en 2024-25 se observa una leve disminución (47%). Esto podría indicar un proceso de consolidación del interés en la alfabetización científica en este grupo poblacional.

En contraste, el Programa de Humanidades mantiene una mayor participación general, pero con una ligera tendencia a la baja, pasando del 64% de los estudiantes en 2022-23 al 54% en 2024-25. Esto sugiere un cambio en la percepción de las ciencias como una opción educativa atractiva para las personas mayores.

La Universidad de Mayores de la UAH está contribuyendo de manera significativa a la inclusión de la ciencia en la formación continua de este grupo de edad, lo que podría influir en una mayor autonomía intelectual y participación en el debate público sobre cuestiones científicas y tecnológicas.

5. Referencias

- AAAS (1993). Benchmarks for Science Literacy. Oxford University Press.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2010). "The 95 Percent Solution: School is Not Enough". American Scientist, 98(6), 486-493.
- Libro blanco del Envejecimiento Activo. https://imserso.es/
- UNESCO (2021). "Recommendation on Open Science". Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Universidad de Mayores UAH. https://posgrado.uah.es/es

Paisajes sonoros y educación ambiental: una experiencia de aprendizaje en el Corredor Biológico Amistosa

Carolina Esquivel-Dobles [1], Alejandro Durán-Apuy[2], Randall Jiménez-Borbón[3], Mónica Retamosa-Izaguirre [4], Jimy Barrantes-Madrigal[4], Adriana Zúñiga-Meléndez[2]

[1] Laboratorio de Biología Tropical, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional (Costa Rica)
carolina.esquivel.dobles@una.ac.cr

[2] Laboratorio de Didáctica de las Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional (Costa Rica)
alejandro.duran.apuy@una.ac.cr, adriana.zuniga.melendez@una.ac.cr

[3]Educador ambiental independiente, San Vito, Puntarenas (Costa Rica)
rjimeborbon@gmail.com

[4]Laboratorio TELESIG, Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional (Costa Rica)
mretamos@una.cr, jimy.barrantes.madrigal@una.ac.cr

Resumen. En el marco del Festival de Aves Migratorias 2023, se desarrolló el taller "Conociendo los ecosistemas a través de los sonidos" con el objetivo de fortalecer capacidades de educadores y otros actores locales del Corredor Biológico Amistosa en el uso del paisaje sonoro como herramienta para la educación ambiental. El taller articuló actividades teóricas y prácticas, incluyendo la identificación de sonidos en campo, el análisis colectivo del paisaje sonoro y el diseño colaborativo de una ruta educativa por medio de la cartografía social. Esta experiencia permitió vincular saberes locales con conocimientos científicos y motivó a los participantes a replicar estrategias similares en sus propios espacios de acción. La sistematización de esta experiencia revela el potencial del paisaje sonoro como herramienta pedagógica y evidencia el valor de las metodologías participativas para fomentar una conciencia ecológica activa.

Palabras clave: Paisaje sonoro, Cartografía social, Educación ambiental, Biología de la conservación, Ciencia ciudadana, Metodologías activas.

1. Introducción

El sonido constituye una dimensión fundamental de nuestra experiencia del mundo; para los seres humanos, es el segundo sentido en importancia después de la vista [1]. Más allá de su naturaleza física, actúa como portador de información ecológica, revelando dinámicas del entorno natural que, de otro modo, podrían pasar

desapercibidas. Simultáneamente, el sonido es un componente esencial de la identidad cultural y del paisaje sensorial de las comunidades humanas.

Desde esta premisa, el taller *"Conociendo los Ecosistemas a través de los Sonidos"* se propuso explorar el paisaje sonoro como una herramienta pedagógica y de sensibilización ambiental, mediante una experiencia vivencial con educadores ambientales y docentes de secundaria del Pacífico Sur de Costa Rica, en el marco del proyecto *"Detección Acústica Automatizada como herramienta para el monitoreo biológico y la gestión ambiental participativa"*. Como parte de las actividades del proyecto, se diseñó un taller para integrar el uso de elementos clave del paisaje acústico y la biodiversidad en procesos de educación ambiental. En este contexto, el monitoreo del paisaje sonoro se propone como una herramienta de conservación que permite articular el conocimiento científico con procesos participativos y educativos, con el fin de introducir el concepto de paisaje sonoro y explorar su aplicación en la enseñanza de las ciencias.

En el enfoque conceptual del taller, se introdujo la idea de que el paisaje acústico está compuesto por tres dimensiones principales: la **biofonía**, que corresponde a los sonidos emitidos por la fauna (como cantos de aves, croares de ranas o zumbidos de insectos); la **geofonía**, que incluye los sonidos naturales no biológicos como el viento, la lluvia o el movimiento del agua; y la **antrofonía**, que abarca los sonidos generados por actividades humanas, desde voces hasta maquinaria o vehículos [2]. Reconocer e interpretar estos componentes permite una comprensión más profunda de las dinámicas ecológicas y culturales del entorno, y fue un punto de partida esencial para las actividades pedagógicas y participativas desarrolladas durante el taller.

Para lograr este propósito, se utilizó la técnica de cartografía social, un método de investigación cualitativa que permite construir mapas colaborativos a partir de los saberes, percepciones y experiencias de los y las participantes [3]. En el taller, esta herramienta facilitó la creación de un mapa colectivo del paisaje acústico de Finca Cántaros, donde las personas participantes identificaron lugares clave por sus sonidos naturales, culturales y antrópicos. Esta actividad no solo promovió la reflexión sobre el entorno sonoro, sino que también generó insumos valiosos para definir, desde una perspectiva participativa, los sitios más adecuados para la instalación de estaciones de una ruta sonora dentro del área de estudio.

El objetivo del taller fue "Explorar el paisaje sonoro como una herramienta pedagógica y de sensibilización ambiental, mediante una experiencia participativa con educadores ambientales y docentes del Pacífico Sur de Costa Rica, que integrara el monitoreo acústico, la cartografía social y la reflexión crítica sobre los sonidos del entorno para fortalecer los procesos de educación ambiental y gestión participativa de la biodiversidad".

2. Materiales y métodos

La actividad se llevó a cabo en las instalaciones de Finca Cántaros, una reserva privada ubicada en San Vito, Puntarenas. Participaron 16 personas representantes de instituciones educativas, ONGs, y grupos comunitarios. Los participantes fueron

seleccionados por su rol como educadores formales o informales, así como por su involucramiento en procesos de conservación y sensibilización ambiental en la región.

La jornada tuvo una duración de cinco horas y se estructuró en cinco momentos clave:

- **Apertura y sensibilización:** A través de la dinámica *"Ojos cerrados, oídos abiertos"*, los y las participantes realizaron un ejercicio de escucha profunda. Se les entregaron tarjetas de colores correspondientes a los tres componentes del paisaje acústico: biofonías, geofonías y antrofonías. Posteriormente, escucharon una serie de grabaciones asociadas a cada categoría (biofonías: jaguar, ranas; antrofonías: ruido de ciudad, fuegos artificiales; geofonías: lluvia, viento). Durante la actividad, las personas participantes mantuvieron los ojos cerrados y levantaron la tarjeta correspondiente al tipo de sonido percibido. Además, compartieron cómo identificaron cada sonido y qué sensaciones corporales experimentaron al escucharlo.
- **Presentación teórica:** Se ofreció una charla introductoria sobre el paisaje sonoro, los principios de la ecología acústica, las herramientas básicas de grabación y algunos ejemplos aplicados.
- **Trabajo de campo:** En grupos pequeños, los y las participantes exploraron una sección del sendero dentro de Finca Cántaros, recolectando sonidos con sus dispositivos móviles. Para facilitar la actividad, se les entregó un mapa del sitio y calcomanías de colores, también asociadas a los tres componentes del paisaje acústico (Fig. 1). Cada vez que identificaban un sonido relevante durante el recorrido, colocaban la calcomanía correspondiente sobre el mapa, realizaban una grabación del sonido y anotaban su identidad o posible origen (Fig. 2A).
- **Análisis colectivo:** En una plenaria posterior, cada grupo compartió sus registros y experiencias. A partir de este ejercicio se construyó de forma colaborativa una propuesta de ruta sonora educativa con seis estaciones clave dentro del área de estudio (Fig. 2B).
- **Evaluación del taller:** Finalmente, se aplicó un formulario en línea (Google Forms) para recoger las impresiones generales del taller y evaluar su impacto percibido por parte de los y las participantes

Fig. 1. Diseño de las calcomanías que los participantes del taller utilizaron en la actividad de campo para ubicar e identificar los sonidos presentes en el sendero.

3. Resultados

El principal producto del taller fue un mapa participativo de la ruta sonora, que incluyó estaciones asociadas a sonidos. Los participantes identificaron los sonidos de aves, insectos, viento, agua y otros elementos naturales característicos del bosque local. También identificaron sonidos de origen antropogénico como vehículos, voces y sonidos de granja. Durante la plenaria, se propusieron actividades educativas que podrían asociarse a cada estación sonora como juegos de adivinanza sonora, observación atenta del entorno, narración de historias y reflexiones sobre la biodiversidad.

También se generó un espacio de intercambio de experiencias para adaptar esta metodología en contextos escolares y comunitarios. Algunas ideas incluyeron guías sonoras para caminatas escolares y proyectos de ciencias combinando arte y música.

En las evaluaciones se evidenció un alto nivel de satisfacción. Varios participantes manifestaron interés en replicar el taller y desarrollar materiales educativos similares.

Fig. 2. A. participantes del taller durante el trabajo de campo, identificando sonidos y utilizando el mapa para relacionarlos con el paisaje. B. Espacio de plenaria en donde los participantes del taller ubicaron en un mapa colectivo los sonidos que identificaron.

4. Conclusiones

Se evidenció que el paisaje sonoro es una herramienta pedagógica valiosa para promover la conciencia ecológica. Escuchar el entorno y reflexionar sobre su significado ecológico y cultural permite una educación ambiental transformadora.

El enfoque horizontal entre facilitadores y participantes fortaleció el protagonismo local en los procesos educativos y su capacidad de incidencia. También se generó una red de colaboración entre instituciones y organizaciones ambientales que continuará fortaleciéndose en futuros esfuerzos conjuntos. Ya se está planeando un segundo taller en donde se guiará a los participantes en el proceso de concretar propuestas didácticas usando el sonido como medio.

5. Referencias

[1] Le, Q. H., Moon, H., Ho, J., & Ahn, Y. (2025). From seeing to hearing: A feasibility study on utilizing regenerated sounds from street view images to assess place perceptions. *Building and Environment*, *269*, 112468.

[2] Caycedo-Rosales, P., & González, C. (2018). Caracterización y monitoreo de aves y paisajes sonoros en tres macrohábitats de la región de La Mojana. *Informe técnico final. Convenio*, 15-027.

[3] Suša, R., & Andreotti, V. (2019). Social Cartography in Educational Research. Oxford Research Encyclopedia of Education. [En línea] Disponible en: https://oxfordre.com/education/view/10.1093/acrefore/9780190264093.001.0001/acrefore-9780190264093-e-528. [Último acceso: 10 04 2025].

Talleres

Visualizar lo invisible: Cómo detectar la radiactividad

Esteban Picado Sandí[1], Luis David Badilla Oviedo[1], David Chacón Obando[1]

[1] Departamento de Física. Universidad Nacional (Costa Rica)
epicados@una.ac.cr; luis.badilla.oviedo@una.ac.cr; david.chacon.obando@una.ac.cr

Resumen. El taller "Visualizar lo invisible: Cómo detectar la radiactividad" tuvo como objetivo que los participantes comprendieran de manera profunda el fenómeno de la radiactividad y los principios avanzados de los detectores de radiación mediante experiencias prácticas con muestras naturales y fuentes exentas de calibración. Durante tres horas presenciales, nueve docentes operaron detectores Geiger–Müller y centelladores de NaI(Tl) para realizar mediciones de radiación natural de fondo y diversas muestras minerales. Además, evaluaron la eficiencia de detección y analizaron los efectos del blindaje y poder de frenado de diferentes materiales. Una innovación pedagógica clave del taller fue el empleo de luces de bengala como analogía visual para representar la radiación beta, correlacionando las chispas luminosas registradas con cámara de fotografías con los pulsos de partículas medidos por los detectores. Esta metodología ofrece un recurso pedagógico potente y accesible para la enseñanza de fenómenos atómicos y de la física moderna en general.

Palabras clave: Radiactividad, Detectores de radiación, Analogía visual, Aprendizaje experiencial, Educación científica.

1. Introducción

La alfabetización nuclear y la comprensión de la radiactividad constituyen competencias esenciales en el contexto global actual, marcado por la transición energética, las aplicaciones médicas nucleares, la seguridad radiológica y el manejo responsable de residuos radiactivos [1]. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) enfatizan la necesidad crítica de formar docentes capacitados en principios de protección radiológica y técnicas de detección [2] [3]

Este taller, diseñado para el XII Congreso Iberoamericano de Educación Científica, responde a la necesidad de incorporar metodologías activas, accesibles y motivadoras para enseñar y desmitificar conceptos de la física moderna. La radiactividad y la radiación ionizante suelen tratarse en los currículos escolares y universitarios con enfoques teóricos limitados, sin aprovechar plenamente el potencial pedagógico de las herramientas tecnológicas y las analogías visuales [1]. Incluso, la disponibilidad de materiales didácticos accesibles y pedagógicamente fundamentados para docentes es considerablemente limitada [3]. En este sentido, el taller propuso una combinación de demostraciones prácticas con metáforas sencillas, siguiendo evidencia previa sobre la eficacia de las analogías en la enseñanza de fenómenos abstractos.

Desde el punto de vista pedagógico, el taller se sustentó en varios principios del aprendizaje significativo y activo:

- **Aprendizaje experiencial:** Los participantes interactúan directamente con instrumentos de medición y muestras reales, construyendo conocimiento a través de la experiencia práctica.
- **Uso de analogías estructurales:** Las metáforas visuales, como la bengala para representar emisión beta, facilitan la comprensión de fenómenos abstractos mediante la conexión con experiencias cotidianas.
- **Aprendizaje colaborativo:** El trabajo en estaciones rotativas promueve la discusión, el intercambio de ideas y la construcción colectiva de conocimiento.
- **Reflexión metacognitiva:** Los participantes analizan críticamente las limitaciones y alcances de las analogías empleadas.

Los objetivos específicos del Taller son:

- Comprender el fenómeno de la radiactividad y sus manifestaciones naturales e industriales.
- Conocer y aplicar analogías visuales efectivas para representar campos de radiación.
- Dominar los principios de funcionamiento de detectores Geiger-Müller y centelladores NaI:Tl.
- Desarrollar competencias prácticas en medición, análisis de datos radiológicos y evaluación de incertidumbres.
- Diseñar estrategias didácticas transferibles a contextos educativos propios.

El taller integra mediciones de muestras naturales que contienen radioisótopos de uranio (autonita y carnotita), ejercicios pedagógicos con bengalas como analogía de proceso para campos de radiación beta, y mediciones directas con fuentes exentas (Cs-137, Ba-133, Co-60 y Na-22) para comparar eficiencias entre detectores, analizar variables de configuración electrónica, y medir efectos de blindaje y poder de frenado [1] [3].

La actividad se desarrolló en el Laboratorio de Instrumentación y cuarto oscuro del edificio de Física Médica del Departamento de Física de la Universidad Nacional, Costa Rica, como parte del programa de investigación Laboratorio y Espacio Maker de Física Aplicada (LabFA).

2. Fundamentos Teóricos

2.1. Radiactividad.

La radiactividad es un fenómeno físico fundamental en el cual núcleos atómicos inestables (radioisótopos) experimentan transformaciones espontáneas hacia configuraciones más estables, emitiendo energía en forma de radiación ionizante. Esta

radiación posee la capacidad de generar ionización en los átomos circundantes, característica que la hace detectable y le confiere potencial tanto benéfico como riesgoso, según el contexto de aplicación [3] [4].

La radiactividad es omnipresente en nuestro entorno: se encuentra naturalmente en la corteza terrestre, materiales de construcción, alimentos, rayos cósmicos, y constituye la base de numerosas aplicaciones tecnológicas, médicas e industriales [4][5]. Esta ubicuidad hace esencial que los educadores comprendan el fenómeno para transmitir una visión equilibrada y científicamente fundamentada.

2.2. Analogías científicas – metáforas en educación científica.

La comprensión de la radiactividad representa un desafío pedagógico significativo debido a su naturaleza abstracta, la terminología especializada requerida y el nivel de formalización matemática involucrado. En este contexto, las analogías y metáforas científicas emergen como herramientas pedagógicas fundamentales para facilitar la comprensión de procesos invisibles o difícilmente experimentables de manera directa [7][8].

Las analogías funcionan como puentes cognitivos que conectan el conocimiento previo familiar del estudiante con nuevos conceptos abstractos. En el caso específico de la radiactividad, la analogía de la bengala permite visualizar [8] [9]:

- **Direccionalidad**: Las chispas emergen desde un punto central hacia múltiples direcciones.
- **Aleatoriedad**: El patrón de emisión es impredecible pero estadísticamente caracterizable.
- **Interacción con la materia**: Las chispas pueden ser bloqueadas por obstáculos.
- **Atenuación**: La intensidad disminuye con la distancia.

Durante el primer semestre de 2017, la sección de Radiaciones del Departamento de Física de la Universidad Nacional implementó una secuencia didáctica basada en la analogía de la bengala para promover la comprensión de radiaciones ionizantes en el curso "Elementos de Física Moderna". La bengala se propuso como análogo visual de la emisión beta, permitiendo observar chispas luminosas que emergen desde un punto y se dispersan espacialmente, replicando el comportamiento de partículas beta emitidas por núcleos inestables [9] [10].

Tabla 1. Marco pedagógico para el uso de analogías visuales en la enseñanza de fenómenos físicos [10].

Beneficios pedagógicos del uso de analogías	Limitaciones y consideraciones:
• Conectan conceptos abstractos con experiencias familiares y cotidianas. • Favorecen la construcción de modelos mentales y la comprensión profunda.	• Es fundamental explicitar las diferencias entre el análogo y el fenómeno real para prevenir concepciones alternativas. • Las chispas de la bengala representan la emisión discontinua y la propagación de

• Estimulan la curiosidad y la motivación por el aprendizaje científico. • Facilitan la discusión sobre los límites y alcances de los modelos científicos. • Promueven el pensamiento crítico y la reflexión metacognitiva.	partículas, pero no refleja la naturaleza energética ni la interacción específica de la radiación ionizante. • La metáfora debe complementarse con medición instrumental y análisis de datos reales para consolidar la comprensión. • Requiere seguimiento para evaluar comprensión y corregir interpretaciones erróneas.

2.3. Detección de radiación

La detección de radiación ionizante se fundamenta en la interacción de partículas y fotones con materiales sensibles especializados. Los detectores Geiger-Müller operan mediante la ionización de un gas inerte, produciendo avalanchas electrónicas que generan pulsos eléctricos cuantificables como "cps" (cuentas por segundo). Su ventaja principal radica en la simplicidad operativa y robustez, aunque proporcionan información limitada sobre la energía de la radiación detectada. [4] [5]

Los detectores de centelleo NaI:Tl convierten la energía de radiación incidente en destellos luminosos detectados por fotomultiplicadores, permitiendo obtener espectros energéticos detallados y calcular eficiencias de detección específicas para diferentes tipos de radiación [4][6].

Durante el taller se enfatizó la importancia de caracterizar no solo la presencia de radiación, sino también variables físicas como el poder de frenado (capacidad de un material para atenuar radiación) y efectividad del apantallamiento (protección mediante barreras físicas). Se realizaron comparaciones sistemáticas entre eficiencias de detectores, análisis de diferentes muestras minerales, y discusiones sobre criterios de selección del detector apropiado según tipo de radiación y aplicación educativa específica [5] [6].

3. Metodología

3.1. Diseño del Taller

El taller se estructuró como una experiencia de aprendizaje activo completamente presencial con duración de tres horas, diseñada para nueve participantes docentes. La metodología integra elementos del constructivismo social y el aprendizaje experiencial, organizándose en estaciones rotativas que promueven la participación activa y la reflexión colectiva.

3.2. Recursos materiales

En el Taller se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Detectores de radiación de tipo GM (marca Ludlum modelo 3276 con detector tipo pancake modelo 44-9 y marca Phywe modelo Cobra SMARTsense radioactivity) y de cristal centellador de NaI:Tl (marca Ludlum 2241-2 con detector tipo cilindro modelo 44-2).
- Colección de rocas radiactivas (marca The Radiac Co.), con ejemplares de minerales de autonita, carnotita, pechblenda, uranita, allanita y tyuyamunita. Así como un ejemplar de roca de columbita de la empresa Phywe.
- Kit de fuentes radiactivas exentas para calibración (marca Spectrum Techniques), con fuentes de Cs-137, Ba-133, Eu-152, Na-22 y Co-60.
- Luces de bengala (marca Volcano modelo de 7'').
- Equipos de videograbación (cámaras de teléfonos celulares).

3.3. Dinámica del Taller

La dinámica del Taller se estructuró en tres fases complementarias:

I. Introducción, fundamentación y motivación (30 min):

Objetivos específicos:

- Establecer marco conceptual sobre radiactividad natural e artificial.
- Introducir principios de detección de radiación.
- Presentar y justificar el uso de analogías visuales.

Actividades:

- Presentación interactiva sobre radiactividad omnipresente.
- Demostración del funcionamiento básico de detectores.
- Introducción crítica de la analogía bengala-radiación beta.
- Discusión sobre beneficios y limitaciones de analogías científicas.

Estrategias pedagógicas empleadas:

- Preguntas activadoras sobre experiencias previas con radiación.
- Uso de ejemplos contextualizados (ambiente, medicina, industria, seguridad, patrimonio material, datación).
- Anticipación de conceptos erróneos comunes.

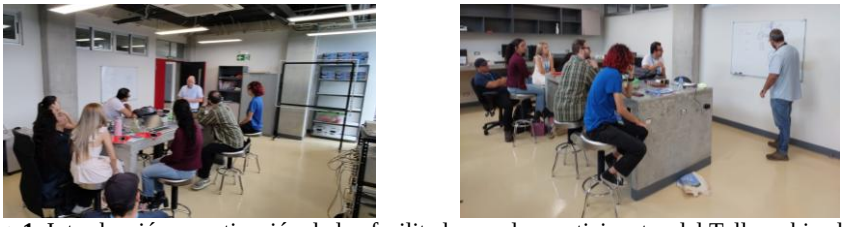


Fig. 1. Introducción y motivación de los facilitadores a los participantes del Taller, ubicados en el Laboratorio de Instrumentación del edificio de Física Médica del Departamento de Física de la Universidad Nacional, Costa Rica.

II. Actividad práctica en estaciones (120 min):

La organización en estaciones permite la personalización del aprendizaje y la optimización del uso de equipamiento especializado. Los participantes trabajan en parejas, rotando cada 30 minutos entre cuatro estaciones complementarias.

- **Estación 1: Medición de radiación natural:**
  - **Competencias desarrolladas**: Operación de detectores, interpretación de variabilidad estadística, comprensión de radiación de fondo.
  - **Procedimiento**: Medición sistemática de radiación ambiental y de muestras minerales (tanto de minerales como fuentes exentas). [5]
  - **Análisis de datos**: Registro de tasas de conteo, medición de tasa de dosis de radiación y comparación estadística entre muestras.
  - **Reflexión**: Discusión sobre omnipresencia de radiactividad natural y artificial en nuestra época y en el futuro.

Fig. 2. A la izquierda, estación de medición de rocas. En la imagen medición de una roca de carnotita. A la derecha, estación de medición y comparación entre detectores. En la imagen se aprecia dos detectores GM, de diferente tipo, registrando la tasa de dosis para una fuente de autonita.

- **Estación 2: Medición de fuentes exentas y el efecto del blindaje:**
  - **Competencias desarrolladas:** Calibración de equipos, análisis comparativo, evaluación de eficiencias, y análisis de atenuación, comprensión de interacción radiación-materia.
  - **Procedimiento:** Medición de fuentes conocidas (Cs-137, Ba-133, Co-60, y Na-22) con diferentes detectores. Medición sistemática del efecto de barreras (plomo, aluminio, plástico) sobre la transmisión de radiación.
  - **Análisis:** Comparación de respuestas instrumentales, cálculo de eficiencias relativas, y caracterización energética. Construcción de curvas de atenuación y evaluación de efectividad de blindajes
  - **Reflexión:** Criterios de selección instrumental y limitaciones de cada tecnología. Análisis de los principios físicos de protección radiológica y selección de materiales.

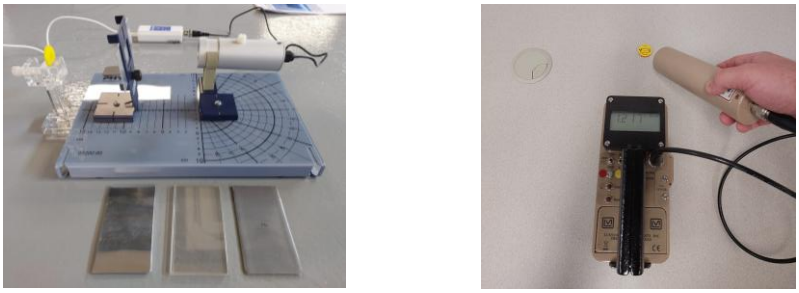


Fig. 3. A la izquierda, estación de medición del blindaje. En la imagen se aprecia una lámina de aluminio que atenúa el campo de radiación de una fuente exenta de Co-60. A la derecha, estación de medición de fuentes exentas. En la imagen se aprecia la medición con un cristal centellador de NaI:Tl registrando la tasa de dosis de una fuente exenta de Cs-137.

- **Estación 3: Visualización con bengala:**
  - **Competencias desarrolladas:** Pensamiento analógico, análisis crítico de modelos, correlación fenomenológica
  - **Procedimiento:** Grabación en cuarto oscuro de bengala en combustión, análisis frame-by-frame de chispas, correlación con pulsos de detector.
  - **Análisis:** Identificación de similitudes y diferencias entre análogo y fenómeno real, cuantificación de patrones espaciales.
  - **Reflexión:** Validez, limitaciones y potencial pedagógico de la analogía. [8] [9]

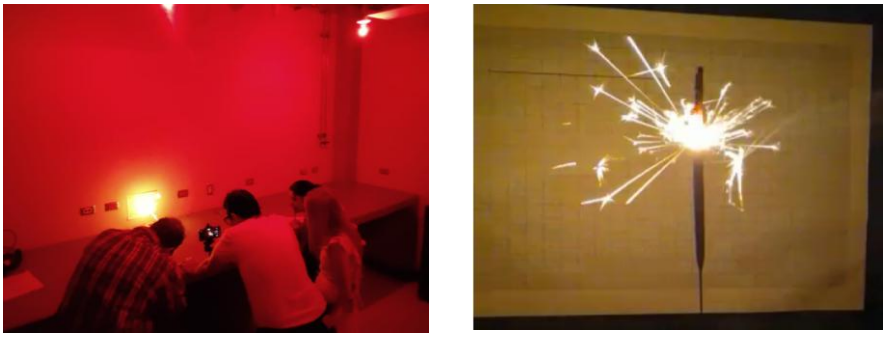


Fig. 4. A la izquierda, los participantes preparan el montaje para registrar la combustión de la bengala. A la derecha, un frame (cuadro) del video de combustión de la bengala donde se aprecian las chispas y un papel cuadriculado para dimensionar el alcance y tamaño de estas.

III. Discusión y cierre (30 min):

- **Análisis colectivo:**
  - Presentación de resultados por estaciones.
  - Discusión sobre precisión experimental y fuentes de incertidumbre.
  - Identificación de limitaciones metodológicas.

- **Transferencia pedagógica:**
  - Adaptación de actividades a diferentes contextos educativos.
  - Consideraciones de seguridad y disponibilidad de recursos.
  - Estrategias para evaluación de aprendizajes.
- **Evaluación formativa:**
  - Rúbrica centrada en competencias de medición, interpretación de datos y comunicación científica.
  - Autoevaluación sobre confianza para implementar actividades similares.
  - Retroalimentación sobre diseño y efectividad del taller.

4. Resultados Esperados

Al concluir el taller, los participantes deberían demostrar capacidad para:

- **Comprensión conceptual:**
  - Explicar la radiactividad como fenómeno natural y sus manifestaciones tecnológicas con basamento científico.
  - Describir principios de funcionamiento de detectores Geiger-Müller y NaI(Tl) identificando ventajas y limitaciones de cada tecnología.
  - Analizar críticamente el papel de la radiación en aplicaciones médicas, industriales y de investigación.
- **Competencias instrumentales:**
  - Operar equipos de detección aplicando protocolos de seguridad radiológica apropiados.
  - Realizar calibraciones básicas y evaluaciones de eficiencia instrumental.
  - Interpretar datos experimentales considerando incertidumbres estadísticas y sistemáticas.
- **Habilidades pedagógicas:**
  - Emplear analogías visuales de manera crítica y reflexiva, identificando explícitamente beneficios y limitaciones.
  - Diseñar actividades didácticas adaptadas a recursos disponibles y contextos educativos específicos.
  - Facilitar discusiones sobre naturaleza de modelos científicos y sus rangos de validez.
- **Competencias metacognitivas desarrolladas**
  - Analizar críticamente la efectividad de diferentes estrategias pedagógicas.
  - Evaluar la pertinencia de analogías según objetivos de aprendizaje específicos.
  - Reflexionar sobre sus propias concepciones previas y procesos de cambio conceptual.

5. Referencias

[1] International Atomic Energy Agency (IAEA), Radiation Safety in the Use of Radiation Sources in Research and Education, IAEA Safety Standards Series No. SSG-87, IAEA, Austria, 2024. (ISBN 978–92–0–131623–3, DOI: 10.54675/CGBA9153)

[2] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives, Francia, 2017. (ISBN: 978-92-3-100209-0, DOI: 10.54675/CGBA9153)

[3] International Atomic Energy Agency (IAEA), Nuclear Educational Networks: Experience Gained and Lessons Learned, IAEA-TECDOC-2007, IAEA, Austria, 2022. (ISBN 978–92–0–135522–5)

[4] Knoll, G. F., Radiation Detection and Measurement, Third Edition. John Wiley & sons: Canada, 2010. (ISBN: 978-0-471-07338-3)

[5] Turner, J.E. Atoms, Radiation, and Radiation Protection. Third Edition. WILEY-VCH: Estados Unidos, 2012. (ISBN: 978-3-527-40606-7)

[6] Leo, W.R. Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments. A how-to approach. Second Edition. Springer-Verlag: Germany, 1994. (ISBN: 3-540-17386-2)

[7] Galagovsky, Lydia R.; Adúriz-Bravo, Agustín. "Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico". Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 2001, vol.VOL 19, no. 2, pp. 231-42, https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21735.

[8] Fotou, N., Abrahams, I. Extending the Role of Analogies in the Teaching of Physics. PHYSICS TEACHER. Vol. 58, Issue 1, Pag. 32-34. January, 2020. (DOI: 10.1119/1.5141968)

[9] Corni, F., Fuchs, H. U., Dumont, E. Conceptual metaphor in physics education: roots of analogy, visual metaphors, and a primary physics course for student teachers. Journal of Physics: Conference Series, Volume 1286, GIREP-ICPE-EPEC 2017 Conference 3–7 July 2017, Ireland, 2019. (DOI 10.1088/1742-6596/1286/1/012059)

[10] Salina Barrios, I. Revisión de estudios sobre metáforas conceptuales en ciencia y educación científica. Pensamiento educativo. Vol. 58. N° 1. Chile, 2021. (DOI: 10.7764/pel.58.1.2021.12)

Diseño de experiencias de aprendizaje innovadoras con el Museo de Teatro, Gamificación y Matemática (MUTGYM)

Gilberto Chavarría Arroyo[2], José Romilio Loría Fernández[2]

[1] Escuela de Matemática. Universidad Nacional (Costa Rica)
gilberto.chavarria.arroyo@una.acr

[2] Escuela de Matemática. Universidad Nacional (Costa Rica)
jose.loria.fernandez@una.cr

Resumen. Este taller tiene como propósito proporcionar una experiencia interactiva con los recursos del Museo de Teatro, Gamificación y Matemática (MUTGYM), orientada a ofrecer herramientas pedagógicas para el diseño de una experiencia de aprendizaje innovadora inspirada en este modelo. El taller está diseñado para un máximo de 20 participantes, quienes, a lo largo de cuatro horas, explorarán distintos juegos del museo, resolverán acertijos y analizarán las habilidades que estos fomentan. Posteriormente, diseñarán su propia propuesta de aprendizaje inspirada en lo vivido en el MUTGYM. Se espera que los participantes adquieran estrategias prácticas para motivar a sus estudiantes y fortalecer su razonamiento, promoviendo metodologías interactivas en sus aulas.

Palabras clave: Museo matemático, retos matemáticos, aprendizaje interactivo, metodologías activas, diseño de acertijos.

1. Introducción

El aprendizaje de la matemática ha evolucionado con la incorporación de enfoques más dinámicos y participativos, que buscan alejarse de la enseñanza tradicional basada en la memorización. En esta línea, los espacios interactivos han ganado protagonismo como herramientas para fomentar la exploración y el descubrimiento, promoviendo experiencias significativas que permiten a los estudiantes construir conocimientos de manera autónoma [1]. Ejemplos de estas iniciativas incluyen ferias educativas, museos interactivos y centros de divulgación científica, los cuales han demostrado ser efectivos para transformar la percepción de las matemáticas y estimular el pensamiento crítico a través de la manipulación y la experimentación [2], [3].

En este contexto, el Museo de Ciencia y Matemática (MUCYM) conocido también como el Museo Matemático Viajante, surge en el 2014 en Costa Rica, en colaboración entre la Universidad Estatal a Distancia (UNED), el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), la Universidad Nacional (UNA) y el Centro Nacional de la Ciencia y la Tecnología (CIENTEC). Nace como un recurso que acerca las matemáticas a diversos

públicos mediante retos manipulativos que invitan a la resolución de problemas de forma lúdica y reflexiva [4].

Por otra parte, en las últimas décadas se han desarrollado diversas estrategias para hacer el aprendizaje más atractivo y significativo para los estudiantes. Entre ellas, el teatro ha cobrado relevancia como un recurso innovador en la enseñanza de las matemáticas y las ciencias, al permitir la representación de conceptos abstractos mediante la dramatización[5]. Esta metodología fomenta la expresión oral, la creatividad y el aprendizaje colaborativo. Además, múltiples experiencias han demostrado que el teatro no solo facilita la apropiación del conocimiento matemático, sino que también fortalece habilidades comunicativas, incrementa la motivación estudiantil y favorece un vínculo más cercano con el aprendizaje, transformando el aula en un espacio dinámico e inmersivo[6].

De manera complementaria, la gamificación ha emergido como una estrategia eficaz para renovar la enseñanza tradicional mediante la integración de elementos lúdicos, retos y recompensas, promoviendo así una mayor participación del estudiantado[7]. Técnicas como los juegos de rol, los desafíos interactivos y los sistemas de puntos han demostrado ser efectivas para potenciar el compromiso, la resolución de problemas y el pensamiento crítico en el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias, generando experiencias más envolventes y estimulantes para los estudiantes[8].

En este contexto, a partir del 2025, el MUCYM amplía su alcance con la incorporación del teatro y la gamificación, dando lugar al Museo de Teatro, Gamificación y Matemática (MUTGYM), una propuesta innovadora que será presentada en el taller.

En el panorama actual, donde la educación matemática enfrenta desafíos como la falta de motivación y el rechazo a la disciplina, es fundamental repensar las estrategias pedagógicas para hacerlas más accesibles e inclusivas. La implementación de espacios interactivos y experiencias basadas en la exploración ha demostrado ser una alternativa eficaz para mejorar la comprensión conceptual y reducir la ansiedad matemática [1]. En línea con estas tendencias globales, el MUTGYM se posiciona como una propuesta innovadora que no solo promueve la apropiación del conocimiento, sino que también refuerza el interés y la confianza de los estudiantes en su capacidad para aprender matemáticas y ciencias de manera significativa y entretenida [4].

De este modo este taller tiene como propósito proporcionar una experiencia interactiva con los recursos del Museo de Teatro, Gamificación y Matemática (MUTGYM), orientada a ofrecer herramientas pedagógicas para el diseño de una experiencia de aprendizaje innovadora inspirada en este modelo.

A través de la exploración de distintas actividades del museo, los asistentes desarrollarán habilidades en la aplicación de metodologías activas, experimentarán el uso de materiales manipulativos en la enseñanza y reflexionarán sobre el valor del juego como estrategia para potenciar el aprendizaje matemático [9]. En este proceso, como objetivos específicos del taller, los participantes explorarán diferentes retos matemáticos interactivos, analizando su aplicabilidad en la enseñanza de conceptos clave de la disciplina. Asimismo, desarrollarán estrategias didácticas basadas en el uso de materiales manipulativos, promoviendo un aprendizaje activo y significativo en los estudiantes. Finalmente, reflexionarán sobre el impacto del juego en la enseñanza de la matemática y las ciencias y su papel en la reducción de la ansiedad y la mejora del razonamiento lógico en los alumnos.

Este taller ofrece una perspectiva novedosa sobre la enseñanza de la matemática y las ciencias, integrando el aprendizaje experiencial como herramienta clave para mejorar la comprensión conceptual y el interés de estas disciplinas. La propuesta contribuye a fortalecer estrategias educativas alineadas con enfoques STEAM, promoviendo una enseñanza más inclusiva y efectiva

2. Fundamentos Teóricos

El taller del MUTGYM se fundamenta en diversas teorías y enfoques pedagógicos que promueven una enseñanza más activa e inclusiva. En primer lugar, se apoya en las metodologías activas, que buscan transformar al estudiante en un protagonista de su aprendizaje. Según [10], [11], estas metodologías estimulan la reflexión crítica, la toma de decisiones y la resolución de problemas, creando escenarios fuera del aula que favorecen el desarrollo autónomo del estudiante. A través de la participación en actividades lúdicas y manipulativas dentro del museo, los visitantes son impulsados a abordar desafíos matemáticos de manera práctica y reflexiva, lo cual refuerza la importancia de la experiencia directa y la exploración activa en el proceso de aprendizaje.

Por otra parte, el enfoque de aprendizaje informal y fuera del aula juega un papel crucial en el MUTGYM. Al respecto, [12] destacan que la interacción en espacios no convencionales, como museos y talleres, fomenta un aprendizaje basado en la experimentación y la manipulación de materiales, lo que enriquece la comprensión matemática sin las limitaciones de un aula tradicional. [13] amplía esta idea respaldando que el aprendizaje se genera a través de experiencias multisensoriales en diversos medios, permitiendo que los estudiantes construyan conocimientos a partir de experiencias interactivas y narrativas que los conectan con la matemática de manera más significativa y contextualizada.

Finalmente, el taller también se sustenta en los principios de la Educación Matemática Crítica, que promueve la inclusión y la equidad en el acceso al conocimiento matemático. Según [14] esta perspectiva busca vincular la alfabetización matemática con valores democráticos y justicia social, generando espacios atractivos y accesibles para todos los estudiantes. Al integrar estos enfoques, el MUTGYM no solo ofrece una oportunidad para la exploración de contenidos matemáticos, sino que también fomenta un ambiente inclusivo y reflexivo, donde la matemática se percibe no solo como una herramienta práctica, sino también como una forma de arte que puede despertar la creatividad y la belleza en los estudiantes [15].

3. Metodología

La metodología del taller está diseñada para que los docentes interactúen de manera directa con los recursos del MUTGYM de la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional, permitiéndoles explorar y experimentar con ellos de primera mano. El taller está dirigido a todo el público que esté interesado en el abordaje de las matemáticas y las ciencias mediante recursos manipulativos e interactivos. La participación está

limitada a un máximo de 20 personas para garantizar una experiencia dinámica y personalizada. La duración del taller será de 4 horas. Los materiales por utilizar son: los juegos del MUTGYM, hojas blancas y lapiceros. Estos materiales serán proporcionados por los talleristas. Las etapas del taller se describen a continuación:

3.1. Bienvenida y actividad de apertura

El taller inicia con una dinámica breve basada en gamificación, como el juego "Adivina el concepto", en el que los participantes emplean tarjetas relacionadas con teatro y matemática para estimular la creatividad y la interacción. A continuación, se presenta el propósito, la estructura y los objetivos del taller. Para generar un ambiente de reflexión y conexión, se realiza una lluvia de ideas en la que los participantes comparten sus expectativas a partir de preguntas como: ¿Qué hace que una experiencia de aprendizaje sea memorable? y ¿Cuáles han sido sus mejores experiencias aprendiendo?

3.2. Fundamentos del MUTGYM

En esta sección, se expone de manera breve el marco teórico del Museo de Teatro, Gamificación y Matemática (MUTGYM). Se abordan temas clave como la relación entre la matemática y la gamificación, explorando cómo los juegos pueden potenciar el aprendizaje. Asimismo, se analiza el papel del teatro en la educación, destacando el uso del cuerpo, la emoción y la narrativa como herramientas pedagógicas. También se presentan los museos interactivos como espacios de aprendizaje experiencial. Para complementar la teoría, se comparten ejemplos de experiencias previas y testimonios de estudiantes, seguidos de una discusión guiada en la que los participantes reflexionan sobre cómo integrar estos elementos en sus propias prácticas docentes

3.3. Recorrido experiencial por el MUTGYM

Los participantes recorren el MUTGYM en pequeños grupos, viviendo de primera mano las experiencias que ofrece el museo (Figura 1). En cada estación, se enfrentan a distintos desafíos y dinámicas, incluyendo actividades teatrales, con el fin de experimentar el aprendizaje desde una perspectiva inmersiva. Se enfatiza la importancia de que los docentes vivan la experiencia como lo harían sus estudiantes, para luego trasladar el modelo a sus aulas. Al finalizar el recorrido, cada grupo comparte una breve reflexión sobre su experiencia y los aspectos clave que rescatarían para su enseñanza.

Fig. 1. Algunos juegos del MUTGYM

3.4. Diseño de experiencias de aprendizaje

En esta fase, los participantes aplican lo aprendido para diseñar su propia experiencia de aprendizaje inspirada en el MUTGYM. Trabajando en equipos, crean propuestas didácticas innovadoras que incluyan elementos de gamificación o teatro. Se les guía en la estructuración de su propuesta a partir de preguntas clave: ¿cuál es el concepto matemático (o de otra disciplina) a trabajar?, ¿cómo se integra la gamificación o el teatro?, ¿cuál es la dinámica principal de la experiencia? y ¿qué materiales o recursos se necesitan? Durante el proceso, los facilitadores brindan asesoría en tiempo real para enriquecer las ideas de cada equipo.

Además, como recuerdo del taller, los participantes diseñarán su propio acertijo matemático utilizando moldes proporcionados. Su reto consistirá en unir dos piezas con una cara cuadrada para formar un tetraedro (Figura 2), lo que les permitirá experimentar de manera tangible conceptos geométricos clave.

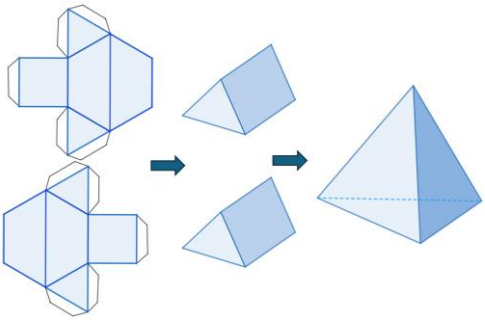


Fig. 2. Secuencia para la construcción del tetraedro

3.5. Presentación de prototipos y retroalimentación

Cada equipo presenta su propuesta en un tiempo de 3 a 5 minutos, explicando su enfoque y dinámica principal. Se abre un espacio de retroalimentación colaborativa, en el que los participantes intercambian observaciones y sugerencias para mejorar sus

ideas. Se destacan aquellas propuestas con mayor potencial de implementación y se reconoce el trabajo del equipo más innovador con una premiación simbólica.

3.6. Cierre y reflexión final

Para concluir, se realiza una reflexión grupal sobre el impacto del taller y cómo ha cambiado la visión de los participantes respecto a la enseñanza de la matemática y las ciencias. Cada docente elige una idea que se compromete a implementar en su aula, con el objetivo de trasladar lo aprendido a su práctica educativa. Finalmente, se lleva a cabo una evaluación rápida del taller mediante tarjetas de colores o una encuesta breve, permitiendo recoger impresiones sobre la experiencia vivida.

4. Resultados Esperados

Al finalizar el taller, los participantes habrán adquirido herramientas pedagógicas concretas para integrar en sus prácticas educativas, recursos como los propuestos en el MUTGYM. Se espera que los asistentes desarrollen una mayor comprensión sobre el uso de materiales manipulativos y su potencial para fomentar el razonamiento matemático, la resolución de problemas y el aprendizaje activo.

Además, los asistentes habrán experimentado directamente la resolución de acertijos matemáticos, lo que les permitirá reflexionar sobre el impacto de estas actividades en la enseñanza de la matemática y de las ciencias en general. Como resultado, podrán diseñar e implementar estrategias didácticas basadas en desafíos manipulativos, experiencias teatrales o de gamificación, adaptándolas a distintos niveles educativos, disciplinas y contextos de enseñanza.

Estos conocimientos y habilidades contribuirán a fortalecer su capacidad para diseñar experiencias de aprendizaje innovadoras y motivadoras. Asimismo, la experiencia compartida en el taller podrá replicarse en sus centros educativos o adaptarse a otros entornos, promoviendo el uso de recursos manipulativos.

5. Referencias

[1] MMACA, *Un acercamiento no formal a la educación matemática mathspaces*. Catalunya: MdM-ERASMUS+, 2017.

[2] C. Gironella, “Visitando museos en clave Matemática,” *Números Rev. didáctica las matemáticas*, vol. 115, pp. 131–142, 2023, [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9203353. [Último acceso: 20 03 2025]

[3] M. López and J. Rodríguez, “Fórmula interactiva para el acercamiento a las matemáticas a través del Aula Taller-Museo de las Matemáticas π-ensa.pdf,” in *Aulas Virtuales: Fórmulas y Prácticas*, G. Padilla, Ed. Madrid: McGraw Hil, 2016, pp. 333–342.

[4] A. León, “Museo Viajante en Costa Rica y cambio cultural,” in *Coloquio Cultura Cientifica y Museos*, C. Monterrosa, Ed. 2015, pp. 53–56.

[5] M. Rodríguez, “Dinamización Matemática: Teatro matemático infantil,” *Rev. Iberoam. Educ. Matemática UNION*, vol. 31, pp. 115–129, 2012.

[6] G. Buendía, V. Molfino, and C. Ochoviet, “Estrechando lazos entre investigación y formación en Matemática Educativa,” in *Aportes para el trabajo con Matemática y teatro en el aula*, V. Llanes, V. Molfino, and A. Yacques, Eds. Montevideo, 2019, pp. 93–106.

[7] J. Martí-Parreño, E. Méndez-Ibáñez, E. Giménez-Fita, and C. Queiro-Ameijeiras, “El uso de la gamificación en la educación superior: propuesta de una ficha de análisis ludológico-narratológico,” in *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria Educar para transformar: aprendizaje experiencial*, Ruiz, M, 2015, pp. 103–111.

[8] F. Holguín, E. Holguín, and N. García, “Gamificación en la enseñanza de las matemáticas: Una revisión sistemática,” *Telos Rev. Estud. Interdiscip. en Ciencias Soc.*, vol. 22, no. 1, pp. 62–75, 2020, [Online]. Available: http://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/3190. [Último acceso: 20 03 2025]

[9] W. Cruz-Vitorino and C. Alvites-Huamaní, “Juegos interactivos como estrategia para motivar el aprendizaje de las matemáticas: Perspectivas de los estudiantes,” *593 Digit. Publ. CEIT*, vol. 8, no. 3, pp. 297–308, May 2023, doi: 10.33386/593dp.2023.3.1593. [Último acceso: 20 03 2025]

[10] M. Rodríguez and S. Acurio, “Modelo TPACK y metodología activa, aplicaciones en el área de matemática. Un enfoque teórico,” *Rev. Científica UISRAEL*, vol. 8, no. 2, pp. 49–64, 2021, [Online]. Available: https://doi.org/10.35290/rcui.v8n2.2021.394. [Último acceso: 20 03 2025]

[11] R. Johnson and D. Johnson, *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Minnesota: Interation Book Company, 2016.

[12] E. Kennedy and L. Smolinsky, “Math Circles: A tool for promoting engagement among middle school minoritary males,” *Eurasia J. Math. Sci. Technol.*, vol. 12, no. 4, pp. 717–732, 2016.

[13] C. Scolari, “Alfabetismo transmedia: Estrategias de aprendizaje informal y competencias mediáticas en la nueva ecología de la comunicación,” *Rev. TELOS*, vol. 103, pp. 1–9, 2016.

[14] N. Di Franco, N. Ferreyra, D. Franco, and María Graciela, “Prácticas educativas en matemática desde perspectivas sociopolíticas: La ESI[1] y los DDHH[2] como ambientes de aprendizaje y como escenarios de investigación,” *Prax. Educ.*, vol. 20, no. 2, pp. 41–57, 2016, [Online]. Available: https://www.redalyc.org/pdf/1531/153146912005.pdfs [Último acceso: 24 03 2025]

[15] K. Morris, *Matemáticas para los estudiantes de humanidades*. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 2009.

Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Cátedra UNESCO
de Educación Científica
para América Latina
y El Caribe
EDUCALYC

UNA POR LA VIDA, EL DIÁLOGO Y LA PAZ

Universidad de Alcalá

EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ