



Religación
Press

TECNOLOGÍAS EMERGENTES E INNOVACIÓN PEDAGÓGICA PARA UNA EDUCACIÓN INCLUSIVA

Víctor Manuel Zamudio García
Glendamira Serrano Franco
Rafaela Solís Muñoz

**Estudios
Interdisciplinarios**

Víctor Manuel Zamudio García, Glendamisra Serrano Franco,
Rafaela Solís Muñoz

Tecnologías emergentes e innovación pedagógica para una educación inclusiva

Religación Press
[Ideas desde el Sur Global]

*Emerging Technologies and Pedagogical Innovation for Inclusive
Education*

*Tecnologias Emergentes e Inovação Pedagógica para uma Educação
Inclusiva*

Religación Press

[Ideas desde el Sur Global]

Equipo Editorial

Editorial team

Ana B. Benalcázar

Editora Jefe / Editor in Chief

Felipe Carrión

Director de Comunicación / Scientific Communication Director

Melissa Díaz

Coordinadora Editorial / Editorial Coordinator

Sarahi Licango Rojas

Asistente Editorial / Editorial Assistant

Consejo Editorial

Editorial Board

Jean-Arsène Yao

Dilrabo Keldiyorovna Bakhronova

Fabiana Parra

Mateus Gamba Torres

Siti Mistima Maat

Nikoleta Zampaki

Silvina Sosa

Victor Ancajima Miñán

.....

Religación Press, es parte del fondo editorial del Centro de Investigaciones CICSAL-RELIGACIÓN | Religación Press, is part of the editorial collection of the CICSAL-RELIGACIÓN Research Center |

Diseño, diagramación y portada | Design, layout and cover: Religación Press.

CP 170515, Quito, Ecuador. América del Sur.

Correo electrónico | E-mail: press@religacion.com

www.religacion.com

Disponible para su descarga gratuita en | Available for free download at

<https://press.religacion.com>

Este título se publica bajo una licencia de Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

This title is published under an Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.



El presente libro tienen el aval del Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades desde América Latina - CICSHAL.



Título: Tecnologías emergentes e innovación pedagógica para una educación inclusiva

Derechos de autor | Copyright: Víctor Manuel Zamudio García, Glendmira Serrano Franco, Rafaela Solís Muñoz

Primera Edición | First Edition: 2026

Editorial | Publisher: Religación Press

Materia Dewey | Dewey Subject: 371.3 – Métodos de instrucción y estudio

Clasificación Thema | Thema Subject Categories: JNV – Equipamiento y tecnología educativas, aprendizaje asistido por ordenador (CAL) | JNT – Destrezas y técnicas de enseñanza | JNF – Estrategias y políticas educativas

BISAC: EDU039000

Público objetivo | Target audience: Profesional / Académico | Professional / Academic

Colectión | Collection: Estudios Interdisciplinarios

Soporte | Format: PDF / Digital

Publicación | Publication date: 2026-06-24

ISBN: 978-9942-594-68-6

[APA 7]

Zamudio García, V. M., Serrano Franco, G., y Solís Muñoz, R. (2026). *Tecnologías emergentes e innovación pedagógica para una educación inclusiva*. Religación Press. <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.418>

Revisión por pares

El presente libro constituye el resultado de un riguroso proceso de investigación académica, cuya calidad metodológica y solidez argumental han sido validadas mediante un sistema de revisión por pares externos implementado bajo el protocolo de doble ciego, bajo la supervisión del Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades desde América Latina (CICSHAL). Como garantía de transparencia y rigor científico, los informes de evaluación realizados por los especialistas designados se conservan en el archivo institucional de la editorial, a disposición de las instancias que así lo requieran.

Peer Review

This book is the result of a rigorous academic research process, whose methodological quality and argumentative solidity have been validated through an external peer-review system implemented under a double-blind protocol, under the supervision of the Center for Research in Sciences and Humanities from Latin America (CICSHAL). As a guarantee of transparency and scientific rigor, the evaluation reports prepared by the designated specialists are preserved in the publisher's institutional archives, available to any party that may require them.

Sobre los autores

ABOUT THE

AUTHORS

Víctor Manuel Zamudio García

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo | Hidalgo | México

<https://orcid.org/0000-0002-4660-8025>

vzamudio@upmh.edu.mx

Doctorado en Proyectos con énfasis en Tecnologías de la Información, Posdoctorado en Ciencias, docente-investigador en el posgrado en Inteligencia Artificial, en áreas de tecnologías educativas e innovación tecnológica. Pertenecer al SNII, su trabajo se centra en el desarrollo de recursos digitales, inteligencia artificial y entornos interactivos para la educación inclusiva.

Glendamera Serrano Franco

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo | Hidalgo | México

<https://orcid.org/0000-0003-3176-3433>

gfranco@upmh.edu.mx

gdaglen@gmail.com

Doctorado en educación, docente-investigador en el área de tecnologías educativas e innovación pedagógica. Pertenecer al SNII, su trabajo se centra en el desarrollo de recursos digitales, inteligencia artificial y entornos interactivos para la educación inclusiva.

Rafaela Solís Muñoz

Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo | Morelia | Michoacán

<https://orcid.org/0000-0003-3941-3040>

rafaela.solis@umich.mx

solisrafaela235@gmail.com

Doctora en educación por la Universidad Marista de Guadalajara y profesora invitada de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales. Además, colabora con UNICEPES como docente y asesora en sus programas de posgrado.

Resumen

El presente libro analiza el impacto de las tecnologías emergentes en la transformación de los procesos educativos, con énfasis en la innovación pedagógica, la inclusión y el aprendizaje significativo. A través de investigaciones empíricas, estudios de caso y propuestas metodológicas, se examina el uso de animaciones 3D, motion graphics, videojuegos educativos, realidad virtual y aumentada, así como aplicaciones basadas en inteligencia artificial en distintos niveles educativos. La obra destaca la importancia del diseño centrado en el estudiante, el Diseño Universal para el Aprendizaje y la neuroeducación como marcos para el desarrollo de experiencias formativas accesibles y pertinentes. Asimismo, se analizan estrategias orientadas a fortalecer la comprensión conceptual, la motivación académica y la autonomía del alumnado, especialmente en contextos de diversidad. Desde una perspectiva ética y humanista, el libro reflexiona sobre los retos y oportunidades de la integración tecnológica, resaltando el papel del docente como mediador del aprendizaje y promotor de una educación equitativa, inclusiva y socialmente comprometida.

Palabras clave:

Inclusión; Simulaciones; Virtual; Ética; Videojuego.

Abstract

This book analyzes the impact of emerging technologies on the transformation of educational processes, with an emphasis on pedagogical innovation, inclusion, and meaningful learning. Through empirical research, case studies, and methodological proposals, it examines the use of 3D animations, motion graphics, educational video games, virtual and augmented reality, as well as artificial intelligence-based applications across different educational levels. The work highlights the importance of student-centered design, Universal Design for Learning, and neuroeducation as frameworks for developing accessible and relevant learning experiences. Likewise, it analyzes strategies aimed at strengthening conceptual understanding, academic motivation, and student autonomy, particularly in diverse contexts. From an ethical and humanistic perspective, the book reflects on the challenges and opportunities of technological integration, emphasizing the role of the teacher as a learning mediator and promoter of an equitable, inclusive, and socially committed education.

Keywords:

Inclusion; Simulations; Virtual; Ethics; Video game.

Resumo

Este livro analisa o impacto das tecnologias emergentes na transformação dos processos educativos, com ênfase na inovação pedagógica, na inclusão e na aprendizagem significativa. Por meio de pesquisas empíricas, estudos de caso e propostas metodológicas, examina-se o uso de animações 3D, motion graphics, videogames educativos, realidade virtual e aumentada, bem como aplicações baseadas em inteligência artificial em diferentes níveis educacionais. A obra destaca a importância do design centrado no estudante, do Desenho Universal para a Aprendizagem e da neuroeducação como referenciais para o desenvolvimento de experiências formativas acessíveis e pertinentes. Da mesma forma, analisam-se estratégias orientadas para fortalecer a compreensão conceitual, a motivação acadêmica e a autonomia dos alunos, especialmente em contextos de diversidade. Sob uma perspectiva ética e humanista, o livro reflete sobre os desafios e as oportunidades da integração tecnológica, ressaltando o papel do professor como mediador da aprendizagem e promotor de uma educação equitativa, inclusiva e socialmente comprometida.

Palavras-chave:

Inclusão; Simulações; Virtual; Ética; Videogame.

Tecnologías emergentes e innovación pedagógica para una educación inclusiva

CONTENIDO

Revisión por pares	7
Peer Review	7
Sobre los autores	8
About the authors	8
Resumen	10
Abstract	11
Resumo	11
Introducción	17

Capítulo 1

<i>Estudio comparativo del aprendizaje de la química. Enseñanza tradicional versus enseñanza apoyada en animaciones 3D en educación secundaria</i>	20
Introducción	21
Aprendizaje cooperativo y animación 3D. Innovación en la enseñanza de lenguas	22
Aprendizaje multimedia y el proyecto "Be-Educate"	23
Realidad aumentada. Un puente entre el mundo real y el virtual	24
La animación como estrategia en el aprendizaje multimedia	25
Modelado y animación 3D para la divulgación científica	25
La enseñanza de la química y el potencial didáctico de la animación digital 3D	26
De la alquimia a la era digital. Evolución del pensamiento químico y su representación animada	30
La evolución de los conceptos ácido-base	32
La tabla periódica. Orden y predicción en la materia	33
La animación digital como medio de representación científica	33
Recolección de Información	35
Metodología de desarrollo aplicado	36
Evidencias empíricas del impacto del recurso audiovisual en el aprendizaje de ciencias	38
Discusión de resultados	43

Capítulo 2

Infografía animada en el aula de ciencias. Desarrollo de habilidades de indagación y pensamiento crítico a través de simulaciones interactivas 47

Introducción	48
Fundamentos teóricos de la neuroeducación y el diseño universal para el aprendizaje	51
Diseño metodológico y proceso de producción en la aplicación educativa de la animación digital	54
Fase de Preproducción	55
Fase de producción	56
Fase de postproducción	57
Enfoque y tipo de investigación	57
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	58
Análisis de la información	58
Alcances y limitaciones	59
Creación del video educativo con Motion Graphics	59
Postproducción. Integrar, pulir y emocionar	64
Explorando el aprendizaje a través del video educativo. Evidencias y análisis	64

Capítulo 3

El uso de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual como herramientas para favorecer la educación inclusiva universitaria. Una revisión narrativa 69

Introducción	70
Metodología	71
Desarrollo y análisis de la literatura	72
Resultados de estudios relevantes	73
Implicaciones para la política y gestión universitaria	74
Conclusiones	75

Capítulo 4

La ética en la educación inclusiva con las tecnologías emergentes para fortalecer la convivencia entre docente y estudiantes 78

Introducción	79
La ética en la educación inclusiva para fortalecer la convivencia entre docente y estudiantes	80
Marcos normativos relevantes sobre inclusión y tecnología educativa	83
Análisis de las políticas y gestión de tecnología educativa en México	86
La Inteligencia Artificial como herramienta transformadora en contextos educativos inclusivos	89
El docente ético en la educación inclusiva digital	92
La ética en la inteligencia artificial educativa. Creando espacios de convivencia y aprendizaje basados en valores	96

	Personalización ética del aprendizaje mediante la Inteligencia Artificial	98
	Conclusiones	103
Capítulo 5		
<i>Videojuegos para reforzar el cálculo mental</i>	106	
	Introducción	107
	Desarrollo	109
	Metodología.	111
	Análisis y discusión de resultados	112
	Conclusiones	114
Capítulo 6		
<i>Inteligencia artificial como estrategia de inclusión educativa en la educación superior para personas con discapacidad visual</i>	116	
	Introducción	117
	Problemática	118
	Estado del arte	120
	Resultados	123
	Discusión	127
	Conclusiones	128
	Referencias	129



Introducción

En las últimas décadas, la educación ha experimentado una profunda transformación impulsada por el avance acelerado de las tecnologías digitales, la expansión de los entornos virtuales y el surgimiento de herramientas basadas en inteligencia artificial. Este proceso ha redefinido las prácticas pedagógicas tradicionales, generando nuevos escenarios de enseñanza–aprendizaje caracterizados por la interactividad, la personalización y la inclusión. En este contexto, surge la necesidad de repensar el papel de la innovación tecnológica no como un fin en sí mismo, sino como un medio para fortalecer el desarrollo integral del estudiantado, reducir brechas educativas y promover una formación equitativa y humanista. La incorporación responsable de recursos digitales, audiovisuales e inmersivos representa una oportunidad para construir experiencias de aprendizaje más significativas, accesibles y pertinentes a las realidades contemporáneas.

La presente obra reúne un conjunto de investigaciones, experiencias pedagógicas y propuestas metodológicas orientadas al análisis, diseño e implementación de tecnologías emergentes en diversos niveles educativos. A través del estudio de animaciones tridimensionales, motion graphics, videojuegos educativos, realidad virtual y aumentada, así como aplicaciones basadas en inteligencia artificial, se exploran estrategias innovadoras para favorecer la comprensión conceptual, la motivación, la accesibilidad y la participación activa del alumnado.

Asimismo, el libro integra una reflexión ética y pedagógica sobre el uso de la tecnología en contextos inclusivos, reconociendo el papel fundamental del docente como mediador, orientador y agente transformador del proceso educativo. Desde esta perspectiva, se enfatiza que la verdadera innovación no reside únicamente en la sofisticación técnica,

sino en su articulación con principios de equidad, justicia social y dignidad humana.

Esta obra está dirigida a docentes, investigadores, estudiantes de pedagogía y tecnología educativa, diseñadores instruccionales y responsables de políticas educativas, interesados en comprender y aplicar enfoques contemporáneos para fortalecer la educación desde una visión integral, inclusiva y socialmente comprometida.

Capítulo

1

*Estudio comparativo del
aprendizaje de la química.
Enseñanza tradicional
versus enseñanza apoyada en
animaciones 3D en educación
secundaria*



Introducción

El vertiginoso desarrollo de las tecnologías digitales ha transformado de manera radical los procesos de enseñanza-aprendizaje, particularmente tras la irrupción de la pandemia, cuando la educación presencial enfrentó un colapso sin precedentes. En este contexto, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se consolidaron como catalizadoras de nuevos modelos pedagógicos, destacando el e-learning como una alternativa eficaz para garantizar la continuidad educativa. De acuerdo con Rosenberg (2001), el e-learning implica “la utilización de las tecnologías de Internet para ofrecer un conjunto de propuestas que permitan incrementar el conocimiento y la práctica”. Esta definición enfatiza su carácter flexible, adaptativo y capaz de responder a las necesidades de distintos contextos educativos (Currá, 2018).

Entre los recursos didácticos más destacados del aprendizaje en línea se encuentran las animaciones 2D y 3D, herramientas visuales que integran movimiento, narrativa y diseño pedagógico para promover la comprensión de fenómenos complejos. Currá (2018) sostiene que “las animaciones dirigidas a actividades educativas son comúnmente llamadas animaciones educacionales” (p. 56), las cuales pueden aplicarse de forma parcial o total dentro de los entornos virtuales, potenciando la interacción entre el estudiante y el contenido.

Los fundamentos teóricos de este enfoque se apoyan en los Principios de Aprendizaje Multimedia de Mayer (2009), quien plantea que las personas aprenden con mayor profundidad cuando se combinan palabras e imágenes, en comparación con el aprendizaje basado exclusivamente en texto. Así, la incorporación de recursos audiovisuales en entornos educativos responde a una necesidad cognitiva: facilitar el procesamiento dual de la información (verbal y visual), incrementando la retención y el significado del aprendizaje.

Currá (2018), retomando a Clark y Mayer (2011), define el aprendizaje como “el cambio en el conocimiento del alumno conforme a la experiencia”, lo cual implica que las estrategias didácticas deben diseñarse para propiciar experiencias significativas. De ahí que las animaciones 2D y 3D constituyan un medio ideal para conectar el conocimiento abstracto con experiencias sensoriales, reforzando la atención y la motivación del alumnado.

El Diseño Centrado en el Usuario (UCD) se presenta como un modelo idóneo para la planificación de entornos e-learning, ya que permite identificar las necesidades del usuario final y adaptar el contenido a sus características cognitivas y tecnológicas. Currá (2018) subraya que la calidad de la educación en línea depende tanto del soporte tecnológico como del diseño pedagógico, insistiendo en que las animaciones deben responder a criterios de usabilidad, accesibilidad y pertinencia educativa.

En síntesis, la incorporación de animaciones 2D y 3D en el aprendizaje digital representa una estrategia efectiva que trasciende la dimensión tecnológica para situarse en un plano pedagógico integral. Al integrar teoría multimedia, diseño centrado en el usuario y creatividad visual, se fortalecen las condiciones para una educación más inclusiva, interactiva y significativa.

Aprendizaje cooperativo y animación 3D. Innovación en la enseñanza de lenguas

La innovación educativa basada en aprendizaje cooperativo ha cobrado relevancia en la formación docente, especialmente cuando se combina con la creación de contenidos animados tridimensionales. González y Cabrera (2018) destacan que la producción de vídeos en animación

3D dentro del aula de inglés constituye una herramienta de innovación pedagógica, al fomentar la colaboración, la creatividad y la apropiación tecnológica entre los futuros maestros.

De acuerdo con Ainsworth (2008), las animaciones no solo transmiten información, sino que fortalecen la interacción, la atención y la personalización de los contenidos según las necesidades del grupo. Este enfoque incrementa la motivación y el compromiso de los estudiantes, tanto en contextos presenciales como virtuales.

El aprendizaje cooperativo, definido por la interacción grupal con roles y metas compartidas, potencia competencias comunicativas, sociales y digitales. En la enseñanza de idiomas, las animaciones 3D permiten simular situaciones reales y contextos culturales, facilitando la adquisición de habilidades comunicativas en escenarios inmersivos. Además, su creación mediante software libre —como Blender o PowToon— democratiza el acceso a recursos tecnológicos y estimula la autonomía docente (González y Cabrera, 2018).

Así, la integración de animación 3D y aprendizaje cooperativo no solo desarrolla competencias digitales, sino que promueve una visión pedagógica acorde con los desafíos del siglo XXI: trabajo en equipo, pensamiento crítico y creatividad.

Aprendizaje multimedia y el proyecto “Be-Educated”

El aprendizaje multimedia se sustenta en la teoría cognitiva propuesta por Mayer (2014), quien identifica tres principios esenciales: los seres humanos procesan información mediante dos canales (visual y auditivo); cada canal posee una capacidad limitada; y el aprendizaje se produce mediante la selección, organización e integración activa de la información.

Bajo esta perspectiva, el proyecto Be-Educated (Bhatti et al., 2017) ejemplifica la aplicación de la animación 3D para enseñar valores educativos. Mediante Autodesk 3D Studio Max, los autores modelaron personajes con cualidades antropomórficas —como un bolígrafo policía o un sacapuntas juez— empleando rigging bipedal y renderizado en Mental Ray para generar movimientos naturales y entornos realistas (Bhatti et al., 2015; O'Connor, 2015).

Los resultados demuestran que la animación 3D puede ser una herramienta pedagógica poderosa, capaz de transmitir conceptos abstractos mediante narrativa visual. Como señalan Ravi et al. (2015), los entornos multimedia interactivos incrementan la comprensión infantil al integrar elementos lúdicos con la teoría cognitiva del aprendizaje. El proyecto “Be-Educated” evidencia, por tanto, la efectividad de la animación 3D para vincular emoción, ética y conocimiento en la formación de valores.

Realidad aumentada. Un puente entre el mundo real y el virtual

La Realidad Aumentada (RA) se ha consolidado como una herramienta educativa emergente que combina lo físico y lo digital. Azuma (2001) la define como un sistema interactivo en tiempo real que fusiona elementos reales y virtuales en 3D, proporcionando una experiencia inmersiva. A diferencia de la Realidad Virtual, la RA no sustituye la realidad, sino que la enriquece (Barfield y Caudell, 2014).

La RA favorece el aprendizaje significativo al permitir la visualización tridimensional de conceptos abstractos, particularmente en áreas de ciencia y tecnología (Di Serio et al., 2013). Tecnologías asociadas, como los códigos QR, han democratizado el acceso a materiales aumentados

(Fernández, 2014), mientras que los repositorios de Objetos de Aprendizaje (OA) facilitan su difusión e integración (Chiappe et al., (2007).

Si bien persisten obstáculos como la brecha digital y la resistencia docente (Mumtag, 2005), investigaciones recientes demuestran que la RA, integrada en metodologías activas, incrementa la motivación y comprensión del alumnado (Tovar et al., 2014). En consecuencia, la RA se perfila como una herramienta inclusiva, interactiva y de alto potencial pedagógico para la educación secundaria.

La animación como estrategia en el aprendizaje multimedia

Las animaciones, presentes en medios como YouTube, se han convertido en un canal esencial de divulgación y aprendizaje informal. Ejemplos como el canal “Vihart” demuestran cómo la animación stop motion puede transformar temas complejos como las matemáticas en experiencias comprensibles y atractivas (Viñas y Viñas, 2020).

El valor pedagógico de la animación radica en su capacidad para captar la atención y mejorar la comprensión a través del uso intencional de color, ritmo visual y diseño de personajes. Cuando se implementan con criterios didácticos, las animaciones se convierten en mediadores cognitivos que conectan emoción y razonamiento, fortaleciendo la alfabetización visual del estudiante.

Modelado y animación 3D para la divulgación científica

El modelado y la animación 3D también han demostrado su eficacia en la divulgación y enseñanza de la ciencia. Amador-García et al. (2016) destacan que estas herramientas “superan las limitaciones de la

ilustración tradicional al integrar dimensión temporal, escalabilidad y rigor científico” (p. 87).

El proyecto “La Célula: unidad de vida”, desarrollado en el El Laboratorio de Diseño y Fabricación Digital, de la Universidad de La Laguna, ejemplifica esta sinergia interdisciplinar entre ciencia, arte y tecnología. A través de un proceso de guionización, modelado, animación y postproducción, se generaron materiales educativos de alta calidad estética y pedagógica, sin recurrir a la narración verbal, lo que los convierte en recursos flexibles para distintos contextos docentes.

Los resultados empíricos revelaron altos niveles de interés y comprensión entre estudiantes de educación media, demostrando que la animación 3D no solo facilita el aprendizaje, sino que democratiza el acceso al conocimiento científico (Amador-García et al., 2018).

La enseñanza de la química y el potencial didáctico de la animación digital 3D

En el contexto educativo actual, marcado por una constante digitalización y la integración acelerada de tecnologías interactivas, la búsqueda de estrategias didácticas innovadoras se ha convertido en un imperativo para responder a las demandas de las nuevas generaciones de estudiantes. Estos jóvenes, nativos digitales por excelencia, poseen formas de procesar información, comunicarse y construir conocimiento profundamente distintas a las que caracterizaron a las generaciones previas. Ante ello, la escuela contemporánea enfrenta el desafío de reconfigurar sus métodos de enseñanza y aprendizaje para mantener su relevancia en una sociedad donde el conocimiento se produce y circula en entornos cada vez más visuales y multimedia.

En este panorama, la animación digital, tanto en formatos 2D como 3D, se presenta como un recurso de gran potencial pedagógico para el fortalecimiento de aprendizajes significativos. Su capacidad de representar dinámicamente procesos abstractos, simular fenómenos complejos y captar la atención mediante estímulos visuales y narrativos la convierten en una herramienta idónea para el ámbito de las ciencias y, particularmente, para la enseñanza de la química, disciplina que demanda altos niveles de comprensión conceptual y visualización mental.

El presente trabajo se enmarca en esta perspectiva y analiza la incorporación de cortometrajes animados en 3D como estrategia educativa en el aprendizaje de temas clave de la química, como los ácidos y bases y la tabla periódica, en estudiantes de nivel secundaria. Estos contenidos, históricamente asociados a altos índices de dificultad y bajo rendimiento académico, fueron seleccionados por su relevancia curricular y por representar un reto cognitivo común entre los adolescentes. La propuesta consiste en evaluar la manera en que los recursos animados, diseñados bajo criterios pedagógicos y técnicos, pueden incidir positivamente en la comprensión conceptual, la retención del conocimiento y la motivación hacia el aprendizaje.

La enseñanza tradicional de la química, basada predominantemente en la transmisión verbal de información y el uso de representaciones estáticas, ha mostrado limitaciones importantes al abordar fenómenos invisibles o de difícil observación, como las reacciones químicas o la estructura atómica. Estas limitaciones suelen traducirse en una comprensión superficial de los contenidos, centrada en la memorización, lo que dificulta la aplicación del conocimiento en contextos prácticos. De acuerdo con datos de la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2023), más del 60 % de los estudiantes de secundaria presentan calificaciones infe-

riores a siete en la asignatura de química, cifra que refleja tanto la complejidad de la materia como la insuficiencia de los métodos pedagógicos empleados.

El bajo rendimiento y la falta de interés por las ciencias no son fenómenos aislados del contexto mexicano. Los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), aplicados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), confirman que una proporción considerable de estudiantes tiene dificultades no sólo para comprender conceptos científicos, sino también para aplicarlos a situaciones cotidianas. Estas evidencias sugieren la necesidad de replantear la enseñanza de las ciencias desde enfoques más interactivos, visuales y contextualizados.

La animación 3D constituye, en este sentido, un medio que puede contribuir significativamente a cerrar la brecha entre la abstracción teórica y la experiencia perceptiva del estudiante. Su potencial radica en la posibilidad de representar visualmente procesos a escala atómica o molecular, de mostrar las transformaciones energéticas o estructurales durante una reacción, y de establecer vínculos entre el lenguaje simbólico de la química y la comprensión intuitiva. Desde el punto de vista cognitivo, los materiales animados estimulan la atención, facilitan la retención de información y promueven una motivación intrínseca hacia el aprendizaje, al mismo tiempo que favorecen la inclusión de distintos estilos de aprendizaje (visual, kinestésico y auditivo).

Más allá de los beneficios pedagógicos, la integración de animaciones digitales en la educación media implica una convergencia interdisciplinaria entre la ingeniería en animación, la pedagogía y las ciencias naturales. Este vínculo abre nuevas posibilidades para la aplicación profesional de los especialistas en animación, posicionándose como agentes activos en la mejora de la calidad educativa. La creación de cortometra-

jes didácticos no solo demanda un dominio técnico del diseño visual, la iluminación o la narrativa audiovisual, sino también una comprensión profunda de los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje.

La experiencia de implementación de estas animaciones en el aula permite observar su impacto más allá del ámbito cognitivo. Los estudiantes que interactúan con materiales tridimensionales muestran una mayor curiosidad científica, una disposición más positiva hacia la materia y una capacidad superior para relacionar los contenidos con situaciones de la vida cotidiana. En consecuencia, la animación 3D puede concebirse como un medio democratizador del conocimiento científico, al facilitar el acceso a experiencias educativas de calidad, incluso en contextos con limitaciones materiales.

Asimismo, los docentes que incorporan este tipo de recursos reportan una mejora en la dinámica del aula y en la participación estudiantil. La animación no sustituye al profesor, sino que amplía su capacidad explicativa y le permite atender la diversidad cognitiva del grupo. Esta sinergia entre tecnología, creatividad y pedagogía resulta esencial para fortalecer la alfabetización científica en los niveles básicos de la educación.

El impacto social de una propuesta como ésta trasciende el ámbito escolar. En tanto promueve la comprensión de la química desde un enfoque más visual, interactivo y contextualizado, contribuye también a formar ciudadanos más conscientes del papel de la ciencia en la vida cotidiana. Además, la apropiación tecnológica que implica el diseño de materiales educativos animados puede generar oportunidades de desarrollo en comunidades escolares y profesionales, fortaleciendo la vinculación entre el sector educativo y la industria creativa nacional.

Finalmente, este capítulo destaca que la innovación educativa no depende únicamente de la incorporación de tecnología, sino del modo en que esta se integra pedagógicamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El uso de cortometrajes animados en 3D en la enseñanza de la química constituye una propuesta que combina el rigor científico con la creatividad tecnológica, aportando una visión contemporánea de la didáctica de las ciencias. Su implementación representa una vía para repensar la educación científica en México y avanzar hacia un modelo formativo más significativo, inclusivo y adaptado a los retos del siglo XXI.

De la alquimia a la era digital. Evolución del pensamiento químico y su representación animada

La historia de la química se entrelaza con las prácticas místicas y experimentales de la alquimia, disciplina que durante siglos buscó la transmutación de los metales y la purificación espiritual del ser humano. En sus etapas iniciales, la alquimia compartió con la medicina el propósito de comprender la naturaleza de la materia y su poder curativo. Como señala López-Almoguera (1986), ambas disciplinas partieron de principios comunes hasta que la evolución de la ciencia obligó a redefinir sus fundamentos teóricos y metodológicos.

El razonamiento alquímico se sustentaba en la idea de la unidad de la materia y en la inexistencia del vacío, conceptos coherentes con la filosofía aristotélica medieval. Bajo esta perspectiva, la piedra filosofal representaba el agente transmutador que conducía a la perfección de los metales y del alma humana (Romero y Blanco, s.f.). Las corrientes egipcias y alejandrinas, transmitidas a Europa por los árabes, fusionaron las concepciones metafísicas del cosmos con las observaciones empíricas de los alquimistas europeos (Romero y Blanco, s.f.), configurando así una visión integral del mundo natural.

Con la llegada de la Revolución Científica, la alquimia comenzó a transformarse en una disciplina experimental sustentada en la observación y la medición. Pérez-Bustamante (2007) explica que, aunque la alquimia y la química compartieron técnicas empíricas, sus finalidades difieren: la primera perseguía la perfección espiritual, mientras que la segunda buscó sistematizar el estudio de la materia desde una perspectiva racional y verificable. La alquimia, en ese sentido, fue una protoquímica cualitativa, antecedente directo de la química moderna.

Durante los siglos XVII y XVIII, figuras como Boyle, Geoffroy y Rouelle impulsaron la separación definitiva entre las especulaciones alquímicas y la experimentación científica. Boyle, en *El químico escéptico*, refutó las explicaciones metafísicas de las reacciones químicas y estableció la necesidad de basarse en la evidencia (De la Calle, s.f.). Esta transición culminó con Lavoisier, cuya obra marcó el inicio de la química moderna mediante la formulación del principio de conservación de la materia y la creación de una nomenclatura sistemática. Con él, la medición cuantitativa desplazó definitivamente el simbolismo esotérico de la alquimia.

El siglo XVIII representó un punto de inflexión en la historia de la química. Lavoisier demostró que la combustión no era una pérdida de “flogisto”, como afirmaba la teoría de Stahl, sino una combinación con oxígeno. La introducción de la balanza como herramienta de análisis cuantitativo consolidó el método experimental, elevando la química al rango de ciencia moderna. Paralelamente los descubrimientos de gases por Priestley, Cavendish y Scheele revelaron la complejidad del aire y prepararon el terreno para la teoría atómica de Dalton, que daría coherencia al comportamiento de la materia en el siglo XIX (De la Calle, s.f.).

La evolución conceptual de la química culminó con la industrialización de sus procesos. En la actualidad, la química industrial interviene en más del 90 % de los productos cotidianos, desde fertilizantes hasta

materiales plásticos. En el ámbito médico, la síntesis de fármacos y la producción de materiales biocompatibles reflejan el impacto de la química aplicada en la salud y la calidad de vida. La llamada química verde, por su parte, impulsa prácticas sostenibles mediante la reducción de residuos y la creación de alternativas ecológicas como biocombustibles y materiales biodegradables (UTEM, 2021).

La evolución de los conceptos ácido-base

El estudio de los ácidos y las bases ha sido central en la comprensión de la materia y sus transformaciones. Lavoisier propuso inicialmente que la acidez de las sustancias se debía a la presencia de oxígeno, una interpretación posteriormente refutada por Davy al demostrar que el ácido clorhídrico carecía de dicho elemento (Shuederg, 2020). Más adelante, Arrhenius redefinió estos conceptos desde la electroquímica, explicando que los ácidos liberan iones H^+ y las bases iones OH^- en solución acuosa, lo que confiere conductividad eléctrica (Jaime Shuederg, 2020).

Con el tiempo, la teoría de Brønsted-Lowry amplió la definición al considerar ácidos como donadores de protones y bases como aceptores, independientemente del medio acuoso (Vargas Flores y Poma Sánchez, 2013). Esta formulación introdujo el concepto de pares conjugados y permitió comprender reacciones de transferencia de protones en contextos biológicos e industriales. Complementariamente, la introducción de la escala pH por Sørensen simplificó la cuantificación de la acidez, estableciendo un marco analítico fundamental para la investigación química, médica y ambiental (Pineda-Caro et al., 2020).

El desarrollo de indicadores ácido-base, tanto sintéticos como naturales, facilitó la medición del pH en laboratorios y procesos industriales. Investigaciones recientes validan el uso de extractos vegetales ricos en antocianinas como alternativas ecológicas a los indicadores tradicio-

nales (Huarote-García, 2018; Val-Castillo, 2020). Estos avances ilustran cómo la enseñanza experimental de la química puede integrarse con principios de sostenibilidad.

La tabla periódica. Orden y predicción en la materia

Desde los primeros intentos clasificatorios de Lavoisier hasta el sistema de Mendeleiev, la tabla periódica simboliza la culminación del pensamiento científico en química. Mendeleiev organizó los elementos por masa atómica, anticipó la existencia de sustancias desconocidas y sentó las bases del orden periódico moderno (Redalyc, 2019; UTC, 2025). Con los aportes de Moseley, Bohr y la mecánica cuántica, el criterio del número atómico sustituyó a la masa atómica, consolidando un modelo que permite predecir propiedades químicas y físicas con precisión (Restrepo et al., 2026).

La estructura actual, compuesta por grupos, períodos y bloques electrónicos, ofrece una herramienta didáctica y predictiva esencial. Las tendencias periódicas radio atómico, electronegatividad y energía de ionización permiten comprender la reactividad y estabilidad de los elementos (Restrepo y Leal, 2019). Hoy en día, la tabla periódica es una guía indispensable en áreas como la nanotecnología, la farmacología y la ingeniería de materiales (Dateh, 2025).

La animación digital como medio de representación científica

El desarrollo de la animación digital ha ampliado las fronteras de la comunicación científica y educativa. Desde sus orígenes experimentales en los años setenta con la obra de Catmull y Parke (1971), la animación tri-

dimensional se ha convertido en una herramienta esencial para la visualización de fenómenos complejos. Películas como *Tron* (1982) o *Toy Story* (1995) demostraron su potencial narrativo, mientras que su aplicación en la investigación y la docencia ha permitido modelar sistemas moleculares, procesos industriales o reacciones químicas con un realismo inédito (Li y Kim, 2023).

El avance tecnológico de hardware y software, desde las estaciones de trabajo de Silicon Graphics hasta las modernas GPU y plataformas colaborativas en la nube, ha democratizado la animación 3D (Yasa y Prastitha, 2024). Los motores de renderizado actuales, como Arnold, Cycles o Unreal Engine, ofrecen precisión física en la simulación de materiales y luces, transformando la representación visual en una herramienta científica (Maksudova, 2024).

Asimismo, la captura de movimiento (mocap) ha introducido nuevas posibilidades en la creación de modelos animados y simulaciones humanas. Gleicher (2000) definió el mocap como la traducción de movimientos reales a estructuras digitales, una técnica que hoy se emplea tanto en el entretenimiento como en la educación y la rehabilitación médica. Avances como la captura sin marcadores (Wang et al., 2022) o el uso de sensores de bajo costo (Shingade y Ghotkar, 2014) han permitido que la animación se convierta en un puente accesible entre arte, tecnología y ciencia.

El proceso metodológico que sustenta la presente investigación se erige como una guía sistemática para la comprensión, análisis y aplicación de estrategias basadas en la animación 3D dentro del ámbito educativo. En la investigación científica, la metodología constituye un conjunto articulado de procedimientos y técnicas orientadas a la obtención de conocimiento válido y confiable. La investigación se fundamenta en un

proceso empírico, crítico y ordenado que permite estructurar el estudio de los fenómenos con rigor lógico y consistencia analítica (Hernández et al., 2014).

La elección de un enfoque metodológico mixto se justifica en la necesidad de integrar la objetividad del análisis cuantitativo con la profundidad interpretativa del enfoque cualitativo. Esta combinación posibilita examinar la eficacia de los materiales audiovisuales y, simultáneamente, comprender la experiencia subjetiva de los estudiantes frente a su uso. Tal como Tamayo (2004), la investigación aplicada no se limita a la comprensión teórica de un fenómeno, sino que busca intervenir en la realidad para mejorarla, aportando soluciones concretas a problemas específicos.

En este sentido, la aplicación de técnicas cuantitativas permitió medir la efectividad de los recursos audiovisuales, mientras que la perspectiva cualitativa favoreció la exploración de las percepciones individuales, reconociendo que los procesos de aprendizaje no pueden reducirse únicamente a indicadores numéricos. Este planteamiento metodológico se sostiene sobre una lógica explicativa, pues pretende no sólo describir sino comprender los efectos del uso de la animación 3D como herramienta didáctica.

Recolección de Información

La obtención de información constituye una fase esencial dentro de cualquier proceso de investigación, dado que de su calidad depende la solidez de los resultados alcanzados. Según (Hernández et al., 2014), la recolección de datos implica la selección rigurosa de instrumentos y técnicas que garanticen la fiabilidad y validez del estudio, aspectos que impactan directamente en la credibilidad de las conclusiones. Este proceso

requiere no solo la aplicación de herramientas adecuadas, sino también una reflexión epistemológica sobre el tipo de información que se busca recabar.

Entre los instrumentos empleados, el cuestionario ocupó un papel central. De acuerdo con (Hernández et al., 2014), los cuestionarios representan un mecanismo estructurado para recolectar información de manera estandarizada, lo que facilita tanto el análisis cuantitativo como cualitativo de los datos obtenidos. En este estudio, se diseñó un cuestionario dirigido a un grupo específico de participantes, seleccionado con base en criterios demográficos y de interés temático, lo que garantiza la pertinencia y relevancia de la información recolectada.

Las preguntas fueron elaboradas con claridad y precisión, manteniendo coherencia con los propósitos de la investigación. El uso de plataformas digitales para su aplicación permitió optimizar los tiempos de distribución y sistematización, facilitando la gestión y el procesamiento de los datos. En concordancia con las recomendaciones de Meneses (2016), se optó por preguntas cerradas de tipo múltiple, escala Likert y selección única, las cuales permiten identificar patrones de respuesta, preferencias y percepciones con un alto grado de fiabilidad. Este formato estandarizado posibilitó un análisis ágil y comparativo de las opiniones de los participantes.

Metodología de desarrollo aplicado

El desarrollo metodológico del proyecto de animación 3D requirió la integración de procesos creativos, técnicos y narrativos. Cada etapa contribuyó a consolidar la coherencia estética y conceptual del producto

audiovisual. De acuerdo con (Laguna, 2022), la fase de boceto y conceptualización constituye el núcleo inicial de toda creación visual, ya que permite explorar ideas y definir la identidad artística del proyecto.

El proceso inició con la elaboración de la propuesta, documento en el que se plantearon las bases del proyecto, incluyendo su justificación, metodología y recursos técnicos. Posteriormente, el boceto permitió materializar visualmente las ideas iniciales, funcionando como herramienta exploratoria de las intenciones narrativas y estéticas. En esta línea, el concepto artístico se consolidó como el eje que define la atmósfera visual y el estilo general de la producción, garantizando la uniformidad estética durante todo el desarrollo (Laguna, 2022).

La elaboración del guión literario constituyó la fase narrativa fundamental. Como señala Arenas Robles et al. (2010), este documento estructura la historia, define los diálogos y delimita los escenarios, configurando el contenido que orientará las decisiones visuales y sonoras del proyecto. A partir de este guión, se construyó el storyboard, una herramienta de preproducción que facilita la planificación visual de las escenas y su coherencia secuencial (Santos, 2022).

El siguiente conjunto de etapas se concentró en la dimensión técnica de la producción. El modelado 3D y el texturizado fueron procesos esenciales para construir los personajes y escenarios digitales, Valenzuela y de la Torre (2019) destacan que estas fases permiten dotar de realismo y coherencia visual a los elementos tridimensionales, asegurando su integración adecuada en la composición final. Posteriormente, el rigging posibilitó la articulación y movimiento de los modelos, lo cual, según (García, 2009), es indispensable para dotar de expresividad y dinamismo a los personajes.

La animación 3D, entendida como el movimiento secuencial de objetos digitales, representó la síntesis de los procesos anteriores, Sánchez Penella (2017) la define como un procedimiento complejo que implica transformaciones continuas para otorgar fluidez y naturalidad a las acciones representadas. Tras esta fase, el renderizado 3D permitió generar las imágenes finales mediante procesos computacionales que simulan iluminación, textura y perspectiva (Valenzuela y Cantero, 2019).

La etapa de composición audiovisual integró los elementos visuales con el diseño sonoro, articulando imágenes, efectos y música en una secuencia narrativa cohesionada, Arenas et al. (2010) destacan que la composición escénica es esencial para transmitir la intención estética y comunicativa del proyecto. En este sentido, el diseño de audio, incluyendo voces, música y efectos, adquirió un papel protagónico en la ambientación y coherencia narrativa (Valenzuela y de la Torre, 2019). Finalmente, la exportación constituyó la fase de cierre, en la que se ajustaron los parámetros técnicos de resolución, formato y tasa de fotogramas conforme a las recomendaciones de Adobe (2024), asegurando una presentación óptima del producto final en diversas plataformas.

Evidencias empíricas del impacto del recurso audiovisual en el aprendizaje de ciencias

El análisis de los resultados constituye un componente esencial para comprender la incidencia que tuvo el uso de cortometrajes educativos en el aprendizaje de los temas de “ácidos y bases” y “la tabla periódica” por parte de estudiantes de nivel secundaria. A partir de la información obtenida mediante cuestionarios aplicados antes y después de la visualización de los materiales audiovisuales, fue posible cuantificar el efecto de esta estrategia didáctica en el desempeño académico, identificando patrones de mejora, consolidación de conocimientos y posibles áreas de dificultad persistente.

Para este propósito, se trabajó con tres grupos: A, B y C, conformados por un total de 79 alumnos. El Grupo A incluyó 28 estudiantes, el Grupo B, 21, y el Grupo C, 30. Se aplicaron instrumentos de evaluación antes y después de la intervención, con el fin de establecer comparaciones precisas entre los niveles de comprensión inicial y final. Los datos recolectados se representaron gráficamente mediante histogramas y diagramas circulares que facilitaron la interpretación visual de los resultados y la detección de tendencias de aprendizaje.

Los resultados globales muestran una tendencia ascendente en el rendimiento académico tras la implementación del recurso audiovisual. El promedio general antes de la intervención fue de 7.82, mientras que después de la misma se elevó a 8.39. Este incremento de 0.57 puntos evidencia una mejora generalizada en la comprensión conceptual, lo que confirma que los cortometrajes cumplieron su propósito pedagógico de reforzar los aprendizajes adquiridos y facilitar la asimilación de contenidos complejos.

La comparación de los resultados individuales permitió observar que los alumnos no solo mejoraron sus calificaciones, sino también su nivel de confianza y seguridad conceptual al abordar los temas evaluados. Los gráficos comparativos antes y después de la visualización mostraron una disminución significativa en el número de estudiantes con calificaciones bajas y un aumento en los rangos altos, lo cual sugiere un efecto positivo directo del material audiovisual sobre el rendimiento académico y la motivación intrínseca.

En el Grupo A, los resultados iniciales reflejaron un promedio de 6.89, indicando que los estudiantes tenían una comprensión parcial de los temas de estudio. Se observaron algunos casos extremos con calificaciones de 1 y 2, lo que evidenciaba lagunas conceptuales importantes. No obstante, también se identificaron estudiantes con bases sólidas, lo cual generaba un perfil heterogéneo dentro del grupo.

Después de la intervención con los cortometrajes, el promedio del grupo se elevó a 8.39, mostrando un incremento de 1.5 puntos. Este aumento representa una mejora significativa en la comprensión de los temas abordados. Aunque un estudiante mantuvo una calificación baja (1), la gran mayoría alcanzó niveles de desempeño altos, lo que demuestra que el recurso audiovisual permitió una mejor asimilación del contenido y una mayor claridad en la conceptualización de los fenómenos químicos. El impacto fue más visible en los estudiantes con menor desempeño inicial, lo que sugiere que los cortometrajes funcionaron como un medio de apoyo compensatorio, favoreciendo la equidad en los resultados de aprendizaje.

El Grupo B partía de una situación académica más favorable, con un promedio inicial de 7.76. Las calificaciones antes de la intervención oscilaron entre 5 y 10, lo que mostraba una base sólida de conocimientos previos. Tras la visualización de los cortometrajes, el promedio se incrementó a 9.00, con una mejora de 1.24 puntos. Esta variación, aunque menor que la del Grupo A, es significativa, ya que indica un proceso de consolidación conceptual más profundo y una comprensión reforzada de los temas trabajados.

Las calificaciones más bajas después de la intervención se ubicaron en 7, mientras que varios estudiantes alcanzaron el puntaje máximo de 10. Esta tendencia evidencia que los materiales visuales no sólo reforzaron los conocimientos previos, sino que también estimularon la participación activa y la curiosidad científica, elementos fundamentales para el aprendizaje significativo. El desempeño del grupo demuestra que el recurso audiovisual resulta igualmente útil en contextos donde los estudiantes ya poseen un conocimiento previo, pues potencia la retención y la transferencia de información.

El Grupo C presentó el promedio más alto antes de la intervención (8.80), con la mayoría de sus integrantes ubicados en los rangos de 8 a 10. Esto refleja un dominio conceptual considerable antes de la aplicación de los cortometrajes. No obstante, se identificaron algunos casos con calificaciones menores (5 y 7), lo que revelaba ciertas dificultades en la comprensión de algunos temas específicos.

Después de la intervención audiovisual, el promedio del grupo aumentó a 9.17. Aunque el incremento fue menor que en los otros grupos, se evidenció una consolidación del aprendizaje y una tendencia hacia la excelencia académica. La mayoría de los estudiantes alcanzó la calificación máxima, y se redujo el número de calificaciones bajas. Este resultado indica que los cortometrajes actuaron como un mecanismo de refuerzo, profundizando la comprensión y permitiendo que los alumnos con menor dominio inicial nivelaran su desempeño con los más avanzados.

Al comparar los tres grupos, se observa que el impacto del material audiovisual fue transversal, beneficiando tanto a los estudiantes con bajo rendimiento inicial como a aquellos con un nivel avanzado de conocimiento. El Grupo A mostró la mayor mejora relativa (1.5 puntos), lo que sugiere que los recursos audiovisuales fueron especialmente efectivos en contextos donde existían mayores carencias conceptuales. El Grupo B evidenció un fortalecimiento del conocimiento previo, mientras que el Grupo C consolidó y perfeccionó sus aprendizajes, alcanzando un dominio casi total de los temas.

El análisis visual de los datos mediante gráficas comparativas mostró una clara tendencia ascendente en todos los grupos. Los histogramas reflejaron una reducción progresiva de las calificaciones bajas y un aumento en las calificaciones altas, mientras que los gráficos circulares sintetizaron las mejoras porcentuales en cada caso. En conjunto, los resultados ofrecen evidencia empírica robusta sobre la efectividad de los cortometrajes educativos como estrategia para mejorar el aprendizaje.

Más allá de las cifras, el estudio permite inferir que los materiales audiovisuales influyen positivamente en los procesos cognitivos de atención, retención y transferencia de conocimientos. Al combinar elementos visuales y auditivos, los cortometrajes facilitan la comprensión de conceptos abstractos, promueven el aprendizaje multisensorial y estimulan la motivación intrínseca del estudiante. Estos factores, articulados con un diseño pedagógico intencionado, explican el incremento observado en el rendimiento académico.

El conjunto de los hallazgos confirma que la utilización de recursos audiovisuales, específicamente cortometrajes en formatos 2D y 3D, contribuye a un aprendizaje más dinámico, participativo y significativo. Los estudiantes no solo mejoran sus calificaciones, sino que también muestran mayor interés y compromiso hacia los contenidos científicos. La evidencia cuantitativa obtenida respalda la pertinencia de incorporar estos materiales en los programas de enseñanza de las ciencias, particularmente en niveles educativos donde se busca fortalecer la comprensión conceptual y la motivación hacia la exploración científica.

En síntesis, los resultados analizados permiten afirmar que la intervención audiovisual tuvo un impacto positivo y medible en el rendimiento académico de los estudiantes. Su uso representa una herramienta pedagógica eficaz que responde a los desafíos actuales de la educación científica, caracterizada por la necesidad de estrategias innovadoras que combinen rigor conceptual con recursos tecnológicos que potencien la experiencia de aprendizaje.

Discusión de resultados

El empleo de cortos animados en formato 2D y 3D demostró ser una herramienta pedagógica eficaz para fortalecer el aprendizaje de los conceptos fundamentales de química, especialmente en los temas de ácidos, bases y la tabla periódica. Los resultados obtenidos en los tres grupos de estudio evidencian un incremento significativo en el rendimiento académico tras la implementación de estos recursos digitales.

Previo a la exposición de los materiales audiovisuales, los promedios de los estudiantes se encontraban entre 6.89 y 8.80, lo cual refleja una variabilidad en el nivel de conocimiento previo. Sin embargo, después de la aplicación del método de reforzamiento mediante cortos animados, los promedios ascendieron a un rango de 8.39 a 9.17. Este incremento sugiere que los cortos animados no solo facilitaron la comprensión de los temas, sino que además promovieron una retención más sólida de los contenidos. La presentación visual permitió representar la información de manera más clara, atractiva y dinámica, favoreciendo el aprendizaje significativo.

El impacto de los cortos animados trascendió el ámbito cognitivo, ya que también se observó un aumento en la motivación y el interés de los estudiantes. Incluso aquellos alumnos con un conocimiento previo sólido encontraron en estos recursos una oportunidad para profundizar en los temas, mientras que quienes enfrentan dificultades lograron aclarar dudas y reforzar aprendizajes previos. Este doble efecto-refuerzo y ampliación del conocimiento, convierte a la animación educativa en una herramienta versátil dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Asimismo, se identificó una mejora en la dinámica del aula, ya que el uso de materiales audiovisuales generó un ambiente más participativo e interactivo. Los estudiantes mostraron mayor disposición hacia la

clase, atención sostenida y una actitud positiva ante los contenidos. Este hallazgo coincide con estudios previos que destacan la relevancia de la motivación intrínseca como factor clave para potenciar la retención del conocimiento y el pensamiento crítico en el ámbito científico (Ausubel, 2002; Mayer, 2009).

La evidencia obtenida permite afirmar que la integración de cortos animados constituye una estrategia educativa innovadora con un alto potencial para transformar la enseñanza de la química en el contexto mexicano. Si bien no se plantea como una solución absoluta frente a los retos del bajo rendimiento escolar, sí representa un precedente relevante en la búsqueda de métodos que integren el pensamiento visual y la tecnología educativa como mediadores del aprendizaje.

Las opiniones expresadas por los propios estudiantes respaldan esta conclusión: la utilización de recursos digitales promueve la comprensión conceptual, incrementa la motivación y favorece la conexión emocional con los contenidos. De esta forma, el aprendizaje deja de ser un proceso pasivo para convertirse en una experiencia interactiva y significativa.

Más allá de los resultados empíricos, esta investigación invita a reflexionar sobre la evolución de la enseñanza en el siglo XXI. La educación, tradicionalmente anclada en los libros de texto como pilares del conocimiento, se enfrenta hoy al desafío de adaptarse al dinamismo tecnológico y a las nuevas formas de pensamiento de las generaciones digitales. El aula contemporánea exige modelos pedagógicos flexibles, donde la innovación y la creatividad se conjugan con el rigor académico.

En este sentido, los cortos animados se posicionan como una alternativa viable y pertinente para revitalizar la enseñanza de las ciencias, fortaleciendo tanto el desarrollo cognitivo como el interés por la inves-

tigación. Educar, en este nuevo paradigma, implica inspirar, emocionar y conectar con los estudiantes, motivándolos a ser protagonistas de su propio aprendizaje. La educación no puede permanecer estática mientras el mundo evoluciona; debe, por el contrario, transformarse al ritmo de la curiosidad y la capacidad transformadora de la juventud.

En conclusión, la incorporación de estrategias audiovisuales interactivas no sólo mejora la comprensión de conceptos complejos, sino que contribuye al desarrollo de una cultura científica más sólida, preparando a los jóvenes para afrontar los desafíos del conocimiento en un entorno globalizado y tecnológicamente avanzado.

Capítulo

2

Infografía animada en el aula de ciencias. Desarrollo de habilidades de indagación y pensamiento crítico a través de simulaciones interactivas



Introducción

El acelerado desarrollo de las tecnologías digitales ha transformado la manera en que las personas aprenden, comunican y construyen conocimiento. En el ámbito educativo, esta evolución ha impulsado la búsqueda de estrategias pedagógicas más dinámicas e inclusivas, capaces de responder a la diversidad de estilos de aprendizaje y a los retos cognitivos de la sociedad contemporánea. En este contexto, los motion graphics han emergido como una herramienta didáctica innovadora que combina recursos visuales, auditivos y narrativos para favorecer la comprensión de conceptos complejos y estimular la motivación del alumnado.

La educación actual enfrenta un desafío ineludible: captar y mantener la atención de estudiantes inmersos en un entorno digital saturado de estímulos. Los métodos tradicionales, centrados en la exposición verbal y la memorización, ya no logran generar aprendizajes significativos ni despertar el interés por el conocimiento. En cambio, el uso de materiales audiovisuales interactivos, fundamentados en la neuroeducación y el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), se presenta como una alternativa eficaz para promover experiencias educativas inclusivas, participativas y emocionalmente significativas.

Diversas investigaciones han destacado el valor pedagógico de los motion graphics. Valdivieso (2015) señala que estas animaciones facilitan la asimilación de información mediante representaciones visuales claras y atractivas, lo que las convierte en una herramienta accesible y adaptable a diferentes contextos educativos. Del mismo modo, Amali et al., (2020) evidenciaron que su incorporación en el aula mejora la concentración y el rendimiento académico, especialmente en asignaturas con alta carga teórica. Estudios más recientes (Carpio, 2025; Osorio, 2023) confirman que los motion graphics no solo incrementan la motiva-

ción, sino que también potencian la comprensión lectora y la retención del conocimiento.

A la par, el DUA ha consolidado su importancia como enfoque orientado a garantizar la equidad y accesibilidad en la enseñanza. Aguilar et al. (2024) y Barrón y Ramírez (2021) destacan que este modelo propone ofrecer múltiples medios de representación, acción, expresión y compromiso, atendiendo así a la diversidad del alumnado y favoreciendo el aprendizaje profundo. En el ámbito de las ciencias naturales, la aplicación del DUA ha demostrado mejorar la comprensión conceptual, la participación activa y el desarrollo de habilidades científicas.

La neuroeducación, por su parte, aporta un sustento teórico invaluable para comprender cómo aprende el cerebro y cómo las emociones influyen en los procesos cognitivos. Según Torres et al. (2024) y Moreno (2022), conocer el funcionamiento cerebral permite diseñar entornos educativos más efectivos, donde la emoción y la atención se convierten en motores del aprendizaje. En este sentido, el uso de recursos tecnológicos y visuales, como los motion graphics, favorece la activación de distintos canales sensoriales y estimula la memoria a largo plazo.

Pese a estos avances, la realidad educativa mexicana continúa enfrentando grandes desafíos. Aun cuando las políticas públicas buscan promover una educación equitativa y de calidad, los materiales didácticos disponibles —especialmente en el nivel básico— siguen privilegiando la memorización sobre la comprensión. Carecen de contextualización, de estímulos visuales significativos y de adaptaciones basadas en los principios del DUA o la neuroeducación (Granados et al., 2024). Los resultados del informe PISA 2022 reflejan esta situación: menos del 50% de los estudiantes mexicanos alcanzan niveles satisfactorios en ciencias, lo que evidencia la necesidad urgente de renovar las estrategias pedagógicas y los recursos empleados en las aulas.

En el área de Saberes y Pensamiento Científico, la falta de materiales interactivos y metodologías activas ha limitado el desarrollo del razonamiento y la indagación científica. La UNESCO (2020) advierte que solo un 3% del currículo mexicano aborda contenidos relacionados con la Tierra y el Universo, una cifra que repercute directamente en la comprensión que los estudiantes tienen sobre su entorno natural. Domínguez-Gutú et al. (2023) señalan que esta carencia impide generar aprendizajes significativos y sostenidos en temas astronómicos, fundamentales para fomentar el pensamiento crítico y la curiosidad científica.

Frente a este panorama, surge una pregunta esencial que orienta la presente propuesta: ¿De qué manera el uso de motion graphics, sustentados en los principios de la neuroeducación y el DUA, puede mejorar la comprensión y retención del conocimiento científico en estudiantes de sexto grado de primaria? A partir de esta interrogante, el propósito central de este estudio es evaluar el impacto de los motion graphics como herramienta didáctica para la enseñanza del tema “Sistema Solar y Universo”, valorando su eficacia en la mejora de la comprensión conceptual, la motivación y la retención de información.

La relevancia de esta propuesta radica en su carácter integrador: combina tres dimensiones tecnológica, cognitiva e inclusiva que raramente convergen en la educación básica mexicana. Al fusionar la neuroeducación, el DUA y la animación digital, se plantea un modelo de enseñanza que no solo busca mejorar el rendimiento académico, sino también generar experiencias de aprendizaje accesibles, participativas y emocionalmente resonantes.

En síntesis, enseñar ciencias mediante motion graphics representa una oportunidad para transformar la educación tradicional en un proceso más activo, inclusivo y coherente con las necesidades de la generación actual. Incorporar la emoción, la tecnología y la equidad en el aprendi-

zaje es avanzar hacia una pedagogía que no solo informa, sino que también inspira y conecta al estudiante con el conocimiento desde su propia experiencia y curiosidad.

Fundamentos teóricos de la neuroeducación y el diseño universal para el aprendizaje

Desde sus orígenes más remotos, la animación ha sido un puente entre la técnica y la imaginación. Este arte, capaz de dar movimiento a lo estático, no solo entretiene, sino que enseña, emociona y comunica. A través de la secuencia de imágenes fijas, se construyen historias que trascienden generaciones y contextos culturales. Las producciones de Disney, como *La Cenicienta* (1950), son un ejemplo emblemático del poder narrativo y emocional de la animación, al combinar arte, tecnología y relato.

Sin embargo, el camino hasta alcanzar esa sofisticación ha sido largo. La historia de la animación se remonta al siglo XVII, cuando Kircher (1646) creó la linterna mágica, un artefacto precursor que proyectaba imágenes grabadas en cristales. Más tarde, la teoría de la persistencia retiniana formulada por Roget (1824) permitió comprender cómo el ojo humano percibe el movimiento continuo. De allí surgieron ingeniosos dispositivos como el zoótropo, el taumatropo o el estroboscopio, que introdujeron la ilusión del movimiento a través de imágenes sucesivas (Bendazzi, 2016).

Con la llegada del cine a finales del siglo XIX, la animación adquirió un nuevo significado. Segundo de Chomón, pionero del stop motion, sorprendió al mundo con *El Hotel Eléctrico* (1908), mientras J. Stuart Blackton exploraba el potencial del dibujo animado con obras como *Humorous Phases of Funny Faces* (1906). Así comenzó una revolución visual que transformaría para siempre la manera de contar historias.

Con el tiempo, la animación evolucionó hacia formas más abstractas y experimentales. De esa búsqueda surgiría el concepto de motion graphics, una síntesis entre el diseño gráfico y la animación. Según Crock (2017), los motion graphics consisten en elementos visuales a los que se les otorga movimiento para comunicar mensajes de manera dinámica. Valdivieso (2016) añade que esta técnica combina imagen y narración para facilitar la comprensión de ideas complejas, convirtiéndose en una herramienta educativa, artística y publicitaria.

La historia de los motion graphics es también la historia del arte moderno. En las primeras décadas del siglo XX, artistas como Walter Ruttmann, Oskar Fischinger, Len Lye y Norman McLaren experimentaron con el color, la forma y la música para crear animaciones abstractas que evocaban emociones y conceptos. Posteriormente, con la llegada de la era digital, figuras como John Whitney y Saul Bass redefinieron el lenguaje visual cinematográfico, especialmente en secuencias icónicas como los créditos de *Vértigo* (1958). Estas exploraciones sentaron las bases del diseño en movimiento contemporáneo, ampliamente utilizado en cine, publicidad y educación.

En la actualidad, los motion graphics se aplican en múltiples campos. Los de tipo corporativo comunican la identidad y valores de una empresa; los documentales, empleados en la divulgación científica, combinan gráficos, voz y ritmo visual para facilitar la comprensión de temas complejos; y los artísticos, de carácter más experimental, fusionan estética y música para explorar nuevas formas de expresión. Su potencial como medio educativo radica en su capacidad de integrar la emoción, la estética y la información en un solo lenguaje audiovisual.

El aprendizaje, por su parte, es un proceso profundamente cognitivo. Comprenderlo implica adentrarse en los mecanismos mentales que transforman la información en conocimiento. La sensación, la percepción, la atención, la memoria y el pensamiento son los pilares que

sustentan este proceso. Goldstein (2002) y Teulé-Melero (2015) destacan que la atención es la puerta de entrada del aprendizaje, mientras que la memoria organiza y da sentido a la experiencia, permitiendo el anclaje de lo nuevo con lo previamente aprendido. El pensamiento y el lenguaje, según Moreira (2003), funcionan en conjunto: uno analiza y el otro expresa, conformando el núcleo de la construcción del conocimiento.

La motivación, en este contexto, es el motor que impulsa la acción de aprender. Usán y Salavera (2018) definen la motivación académica como el conjunto de creencias y metas que orientan la conducta del estudiante. Cuando esta surge de la curiosidad o el placer de aprender, hablamos de motivación intrínseca (Anaya-Durand, 2010); cuando depende de factores externos, como calificaciones o recompensas, se denomina extrínseca. En ambos casos, su influencia es decisiva para la calidad del aprendizaje. Como afirma Santander (2022), la motivación fortalece la práctica educativa, potencia la comprensión y contribuye al desarrollo integral del estudiante.

En los últimos años, la neuroeducación ha emergido como un campo clave para entender la relación entre cerebro y aprendizaje. Mora (2013) la define como la integración de la neurociencia, la psicología y la educación para mejorar los procesos de enseñanza y memoria. La neurodidáctica, según Briones (2021), busca aprovechar la plasticidad cerebral y diseñar estrategias que optimicen la atención, la memoria y la percepción. En palabras de Flores et al. (2023), comprender cómo funcionan los mecanismos cerebrales permite a los docentes adaptar sus métodos a las necesidades individuales de los estudiantes, fomentando una educación más inclusiva y consciente.

En esta misma línea, el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) propuesto por UNICEF (2018) representa una revolución en la práctica pedagógica. Su objetivo es eliminar las barreras del aprendizaje me-

dian­te es­tra­te­gias flexi­bles que atiendan la di­ver­si­dad. El DUA promueve tres prin­ci­pios fun­da­men­ta­les: ofre­cer múl­ti­ples me­dios de re­pre­sen­ta­ción (có­mo se pre­sen­ta la in­for­ma­ción), múl­ti­ples for­mas de ac­ción y ex­pre­sión (có­mo los es­tu­dian­tes de­mues­tran lo apren­di­do) y múl­ti­ples for­mas de im­pli­ca­ción (có­mo se mo­ti­van). Este en­fo­que re­co­no­ce que to­dos los es­tu­dian­tes apren­den de ma­ne­ra di­fe­ren­te y que la en­se­ñan­za de­be adap­tar­se a esas di­fe­ren­cias.

Final­men­te, todo este en­tra­ma­do teó­ri­co se in­scri­be en un con­te­xto edu­ca­ti­vo con­cre­to. En Mé­xi­co, la Nueva Escuela Mexicana (NEM), im­ple­men­ta­da desde 2022, plan­tea un mo­de­lo hu­ma­ni­sta y co­mu­ni­ta­rio que promueve la au­to­no­mía, el pen­sa­mien­to crí­ti­co y la co­la­bo­ra­ción. Se­gún la Se­cre­ta­ría de Edu­ca­ción Pú­bli­ca (2023), su fi­nalidad es for­mar ciu­da­da­nos ca­paces de con­struir su pro­pio fu­tu­ro en so­cie­dad. El mo­de­lo en­fa­ti­za la re­la­ción en­tre co­no­ci­mien­to cien­ti­fi­co y con­te­xto so­cial, abrien­do pa­so a mé­to­dos in­no­va­do­res que in­te­gran la tec­no­lo­gía y la crea­ti­vi­dad, co­mo el uso de ma­te­ri­ales ani­ma­dos y re­cu­r­so­es di­gi­ta­les.

En el cam­po for­ma­ti­vo de Sa­be­res y Pen­sa­mien­to Cien­ti­fi­co, el plan de es­tu­dios de la NEM fo­men­ta la com­pren­sión de fe­nó­me­nos na­tu­ra­les me­diante la in­da­ga­ción, el uso de mo­de­los y la va­lo­ra­ción de apo­rta­cio­nes cien­ti­fi­cas y cul­tu­ra­les. Esta per­spec­ti­va no solo ac­tu­a­li­za la en­se­ñan­za de las cien­cias, si­no que tam­bién re­co­no­ce el va­lor del de­se­ño, la ani­ma­ción y los mo­tion graphics co­mo me­dia­do­res del apren­di­za­je sig­ni­fi­ca­ti­vo.

Diseño metodológico y proceso de producción en la aplicación educativa de la animación digital

La ani­ma­ción di­gi­tal ha de­ja­do de ser un re­cu­r­so me­ra­men­te es­té­ti­co o de en­tre­te­ni­mien­to para con­solida­rse co­mo una he­rra­mien­ta edu­ca­ti­va de al­to po­ten­cial pe­da­gó­gi­co. Su ca­pa­ci­dad para re­pre­sen­tar

de manera visual y dinámica conceptos abstractos o complejos permite captar la atención del estudiante, facilitar la comprensión y favorecer aprendizajes más duraderos.

En este apartado se presenta el proceso metodológico seguido para el diseño, producción y aplicación de materiales animados en entornos educativos, destacando las etapas que abarcan desde la planificación conceptual hasta la validación de su impacto en el aula. Se abordan tanto los aspectos técnicos del proceso de producción audiovisual como los fundamentos pedagógicos que sustentan el uso del motion graphics como recurso didáctico. El propósito es ofrecer una guía estructurada y accesible para docentes, investigadores y creadores interesados en integrar la animación digital en estrategias de enseñanza innovadoras.

El desarrollo de una producción animada se organiza en tres fases principales: preproducción, producción y postproducción. Cada una cumple una función esencial en la coherencia narrativa, visual y técnica del producto final.

Fase de Preproducción

La preproducción constituye el punto de partida del proyecto y el momento en que se establecen las bases conceptuales, visuales y narrativas de la animación. En esta etapa, las ideas iniciales se transforman en una propuesta estructurada que define la historia, los personajes, el estilo visual y el mensaje educativo que se desea transmitir.

Como señala Herrero (s.f.), “todo parte de una idea, una primera idea brillante que sea capaz de mover la maquinaria y remover nuestros sentimientos”. Este proceso implica determinar qué se quiere comunicar, a quién se dirige y bajo qué enfoque narrativo se desarrollará el contenido.

El trabajo comienza con la elaboración de un moodboard, herramienta visual que reúne referencias cromáticas, estéticas y conceptuales. A partir de esta recopilación se desarrolla el concept art, en el cual se diseñan bocetos de personajes, escenarios y objetos, dotándolos de personalidad, emoción y coherencia con el contexto visual (Herrero, s.f.).

Posteriormente, se construye el guion literario, documento que organiza los diálogos, acciones y escenarios. Con base en él, se realiza el storyboard, donde la historia se traduce en una secuencia de planos ilustrados que servirán de guía visual para el equipo de animación. Finalmente, el animatic integra el storyboard con elementos de sonido y movimientos preliminares, permitiendo prever el ritmo, la duración y la coherencia global de la pieza (Powerexplosive Institute, 2022).

Fase de producción

En la etapa de producción se materializan los elementos conceptuales y visuales definidos en la fase anterior. Según Skillshare (s.f.), en esta etapa “los cineastas graban el material sin editar para el video o la película”, y en el caso de la animación, los creadores dan vida a los personajes, escenarios y objetos mediante técnicas digitales.

Los animadores aplican principios fundamentales del movimiento, el peso y la expresión, utilizando programas y herramientas especializadas. El proceso se inicia con la creación de las poses clave o keyframes, que representan los momentos esenciales de cada acción (HBruna, 2016). Luego se añaden los extremos y breakdowns, que determinan la fluidez y continuidad de los movimientos, asegurando naturalidad y coherencia visual en cada secuencia.

Fase de postproducción

La postproducción comprende el conjunto de procesos destinados a integrar, editar y perfeccionar el material audiovisual. Según Powerexplosive Institute (2022), esta fase se divide en edición de video y edición de sonido.

La edición de video consiste en ordenar las secuencias animadas para construir una narrativa fluida y coherente, mientras que la edición de sonido incorpora música, efectos auditivos y diálogos. En esta etapa también se agregan efectos visuales (VFX) y se aplica la corrección de color, con el fin de mantener una armonía estética y reforzar la intención emocional de cada plano (Skillshare, s.f.).

Enfoque y tipo de investigación

El estudio responde a una investigación aplicada, orientada a resolver un problema educativo mediante la implementación de una herramienta tecnológica: los motion graphics. El objetivo central fue mejorar la comprensión y retención de contenidos científicos en estudiantes de sexto grado de primaria.

De acuerdo con la naturaleza de los datos, se adoptó un enfoque cuantitativo, basado en la medición estadística de los resultados para comprobar la efectividad de la intervención. El diseño empleado fue cuasi-experimental, al manipular una variable independiente el uso de motion graphics, sin controlar completamente factores externos como la motivación o el entorno de aprendizaje.

Asimismo, se trató de un diseño longitudinal, dado que los mismos participantes fueron evaluados antes y después de la intervención, lo

que permitió observar la evolución del aprendizaje a lo largo del tiempo. En términos de alcance, la investigación se considera explicativa, pues busca identificar las causas y efectos derivados del uso de la herramienta educativa sobre la comprensión de los alumnos.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para obtener la información necesaria se aplicaron cuestionarios de preguntas abiertas antes y después de la intervención, lo cual permitió recoger respuestas detalladas y significativas (Hernández, 2014).

Los participantes se seleccionaron mediante muestreo por conveniencia, conformando dos grupos de 21 alumnos cada uno: un grupo experimental, que utilizó la herramienta de motion graphics, y un grupo de control, que trabajó con métodos tradicionales (Abbadia, 2024).

Análisis de la información

Las respuestas se evaluaron mediante una rúbrica de desempeño, asignando valores de 0 a 3 según la calidad y veracidad de las respuestas. Posteriormente, las puntuaciones se transformaron en una escala de 0 a 10 para facilitar la comparación entre los resultados de la preprueba y la posprueba.

El análisis estadístico se realizó utilizando la prueba t para muestras pareadas, con el propósito de determinar si existían diferencias significativas entre ambos momentos de medición (Quiróz y Oyarvide, s.f.). Además, se calculó la d de Cohen, lo que permitió estimar el tamaño del efecto y complementar la interpretación estadística con una medida del impacto real de la intervención.

Alcances y limitaciones

El estudio aporta evidencia empírica sobre la eficacia del uso de los motion graphics como herramienta educativa para fortalecer la comprensión del tema “*Sistema Solar y Universo*” en educación primaria.

Entre los principales alcances se destaca la validez de los resultados obtenidos mediante un diseño experimental y la participación activa de docentes en la evaluación del aprendizaje. Sin embargo, se reconocen ciertas limitaciones, como el tamaño reducido de la muestra y la dificultad para controlar variables externas —motivación, ambiente o tiempo de exposición— que restringen la generalización de los resultados. Asimismo, la breve duración del estudio limitó la posibilidad de evaluar la retención del conocimiento a largo plazo.

Creación del video educativo con Motion Graphics

La producción de videos educativos con motion graphics representa una experiencia en la que la creatividad, la pedagogía y la tecnología convergen para transformar ideas en materiales audiovisuales con propósito educativo. Este capítulo narra el proceso de creación de dos videos diseñados para fortalecer el aprendizaje de contenidos científicos en educación primaria, desde la concepción de la idea inicial hasta la edición final.

La etapa de preproducción. Donde todo comienza

La preproducción fue el cimiento conceptual y estético del proyecto. En esta fase se definieron los objetivos pedagógicos, los fundamentos teóricos y los lineamientos visuales que darían coherencia a todo el desarrollo posterior.

El punto de partida fue la elección del campo formativo Saberes y Pensamiento Científico, perteneciente al Programa de Estudio para la Educación Primaria: Fase 5, enfocado en el tema “Sistema Solar y Universo: características de sus componentes y aportaciones culturales, científicas y tecnológicas”. Esta elección respondió a su enorme potencial para despertar la curiosidad de los estudiantes y a su relevancia dentro de la alfabetización científica básica.

Para garantizar pertinencia pedagógica, se analizaron los Procesos de Desarrollo de Aprendizaje (PDA), con el fin de que los videos se alinearán a los aprendizajes esperados y pudieran funcionar como herramientas complementarias en el aula. A partir de este análisis se elaboró un moodboard, creado en la plataforma Canva, que reunió tipografías, paletas de color, estilos de ilustración, referencias visuales y ejemplos de motion graphics. Este recurso resultó esencial para mantener una identidad visual coherente entre ambos videos y definir el tono estético del proyecto.

Desde el inicio se integraron principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y de la neuroeducación, con el propósito de asegurar que los materiales fueran accesibles, inclusivos y emocionalmente significativos. Se definió la manera en que cada principio se aplicaría en los guiones y en los recursos visuales, buscando estimular diferentes vías de aprendizaje y atender la diversidad de estilos cognitivos.

Del concepto al personaje. La creación de Astrid

Una parte fundamental del proceso fue el desarrollo del concept art, donde nació Astrid, una joven exploradora espacial concebida como mediadora del aprendizaje. Su diseño se inspiró en la idea neuroeducativa de que las emociones son un componente esencial en la adquisición

del conocimiento: un personaje empático facilita la conexión afectiva entre el estudiante y el contenido.

Astrid invita a la reflexión a través de preguntas y expresiones de curiosidad, generando un vínculo emocional con los espectadores. La paleta cromática elegida —dominada por tonos azules— refuerza la temática del espacio y transmite serenidad, confianza y estabilidad visual.

La escritura del guión. Entre la pedagogía y la emoción

El guión literario se convirtió en el eje narrativo del proyecto. En él se integraron los contenidos curriculares y los principios del DUA y la neuroeducación, con un lenguaje claro y accesible que favorece la comprensión de los conceptos científicos sin recurrir a tecnicismos innecesarios.

Su elaboración se realizó en Google Docs utilizando la herramienta Screenplay Formatter, lo que permitió estructurar la narración de manera profesional. Posteriormente, el texto fue revisado junto con locutores semi-profesionales, para garantizar que el tono, el ritmo y la emoción de la narración resultan adecuados para el público infantil. Esta colaboración permitió generar una comunicación oral cálida y cercana, esencial para mantener la motivación del espectador.

Los principios del DUA estuvieron presentes en todo momento

El primer principio, ofrecer múltiples medios de representación, se tradujo en el uso de analogías, metáforas y ejemplos visuales que facilitaron la asimilación de conceptos complejos.

El segundo principio, proporcionar múltiples formas de acción y expresión, se manifestó en secciones que invitan al espectador a detenerse, pensar y reflexionar, promoviendo la autorregulación del aprendizaje.

Finalmente, el tercer principio, fomentar la implicación y la motivación, se reflejó en la personalización del discurso, vinculando los temas con la vida cotidiana y los intereses del estudiante, e incorporando pausas estratégicas que ayudan a mantener la atención activa.

Desde la perspectiva de la neuroeducación, se tomaron en cuenta tres ejes fundamentales.

El primero considera que aprender es un proceso emocional y social; por ello, se utilizó el storytelling como herramienta de conexión afectiva. En el video La vida secreta del universo, el espectador asume el rol de astronauta en una expedición educativa que culminó con una pregunta inspiradora: “¿Qué tiene que ver todo esto conmigo?”

El segundo eje, relacionado con los retos cognitivos equilibrados, guió la redacción de los guiones para encontrar un punto medio entre simplicidad y complejidad, incorporando “ganchos cognitivos” como datos curiosos o preguntas detonadoras.

El tercer eje subraya la construcción significativa del conocimiento: los contenidos no se presentan como listas o definiciones, sino a través de explicaciones que priorizan el cómo y el por qué, utilizando analogías próximas al entorno del estudiante.

Del papel a la animación. El storyboard y las voces

Una vez concluido el guión, se elaboró el storyboard, que funcionó como guía visual para los animadores. Los bocetos fueron realizados en

Adobe Photoshop y permitieron anticipar la dinámica de movimiento, las transiciones y la coherencia entre imagen y narración.

De forma paralela, se inició la grabación de las voces. Los locutores Aide Ailyn Marrón González y César Antonio Rodríguez Sánchez realizaron diversas tomas para encontrar la entonación más natural y empática. Las grabaciones se procesaron con Audacity y fueron masterizadas por Andrés Ortiz Ramos, quien aplicó técnicas de posproducción para optimizar la claridad y la calidad sonora. El resultado fue un diseño auditivo cálido y equilibrado, pensado para un contexto educativo.

Producción. Dar vida a las ideas

En la fase de producción, las ideas conceptuales y los elementos visuales cobran vida mediante el uso de Adobe After Effects. Todo el material gráfico —proveniente de Freepik— fue organizado en carpetas por tipo y escena, facilitando la gestión del proyecto.

Mediante la técnica de keyframing, se animaron imágenes, textos, vectores y otros elementos, ajustando propiedades como escala, posición y opacidad. Las curvas del Graph Editor permitieron dotar los movimientos de mayor naturalidad y fluidez, siempre sincronizados con la narración.

Durante esta etapa se realizaron previzualizaciones constantes para ajustar la coherencia visual y narrativa. Fieles a los principios del DUA, se evitó la sobrecarga de estímulos, privilegiando fondos simples y elementos esenciales que mantuvieran la atención y facilitarán la comprensión.

Postproducción. Integrar, pulir y emocionar

La fase final consistió en integrar todos los componentes visuales y sonoros en una secuencia coherente. La edición se realizó con CapCut y DaVinci Resolve, donde se organizaron los fragmentos renderizados, se añadieron transiciones y se incorporaron subtítulos y descripciones auditivas, garantizando accesibilidad para distintos estilos de aprendizaje.

Se cuidó especialmente el equilibrio sonoro, evitando distracciones y manteniendo la voz como eje principal de comprensión. Esta decisión, sustentada en el DUA, buscó ofrecer una experiencia auditiva clara y centrada en el mensaje.

Tras varias revisiones y previsualizaciones, se obtuvo la versión final de los videos educativos, una propuesta que combina rigor pedagógico, creatividad visual y una narrativa emocionalmente significativa. El resultado evidencia el potencial de los motion graphics como herramienta innovadora para la enseñanza de las ciencias en la educación básica.

Explorando el aprendizaje a través del video educativo. Evidencias y análisis

El aprendizaje de conceptos astronómicos puede resultar desafiante para los estudiantes debido a la complejidad y la abstracción de los contenidos. Conscientes de esta dificultad, se diseñaron dos videos educativos, “¿Cómo conocemos tanto del universo?” y “La vida secreta del universo”, con la intención de ofrecer una experiencia de aprendizaje que integrará narrativas históricas, analogías visuales y recursos interactivos. Estos materiales no solo buscaban transmitir información, sino también despertar la curiosidad y fomentar la reflexión crítica en los estudiantes.

El primer video se sumerge en la historia del conocimiento humano sobre el cosmos. Comienza con un personaje contemplando el horizonte, invitando al espectador a cuestionarse: ¿cómo hemos llegado a conocer tanto del universo? La narrativa recorre distintas etapas de la historia, desde los primeros humanos, quienes observan y registran el cielo, hasta las grandes civilizaciones que estudiaban los astros con fines prácticos y espirituales. A través de animaciones y efectos visuales, se muestran aportes mesopotámicos, egipcios y griegos, destacando figuras clave como Eratóstenes, así como los avances durante la Edad Media y el Renacimiento con Copérnico y Kepler. Finalmente, el video introduce la exploración moderna del espacio mediante telescopios, sondas espaciales y satélites, ejemplificados con la misión Cassini. Cada secuencia se acompaña de recursos gráficos, palabras clave y actividades que invitan a la reflexión, consolidando el aprendizaje de manera dinámica.

El segundo video se enfoca en la estructura y organización del universo, abordando galaxias, sistemas planetarios y escalas astronómicas. La narrativa inicia con un telescopio apuntando al cielo estrellado y un cohete que recorre el espacio, conduciendo al espectador hacia la comprensión del sistema solar y sus planetas. Las galaxias se comparan con ciudades, los cúmulos de galaxias con países y los supercúmulos con continentes, incorporando referencias concretas como la galaxia de Andrómeda. Actividades interactivas y preguntas reflexivas se entrelazan con la explicación científica, fomentando la participación activa y consolidando conceptos abstractos de manera accesible.

La evaluación del impacto de estos recursos reveló hallazgos significativos. Antes de la intervención, los estudiantes del grupo experimental mostraron un nivel limitado de conocimientos astronómicos, con calificaciones promedio de 2.02/10 y 1.61/10 para los videos 1 y 2, respectivamente. Tras la visualización de los videos, los puntajes promedio aumentaron a 5.43/10 y 4.89/10, evidenciando que los recursos audiovi-

suales promovieron una comprensión más profunda de los conceptos y una mayor capacidad para relacionarlos con conocimientos previos.

El análisis estadístico respaldó estos resultados. La prueba T pareada mostró valores p cercanos a cero, indicando que las diferencias observadas entre prepruebas y postpruebas no fueron producto del azar. Asimismo, el cálculo de la *d* de Cohen reflejó un efecto grande de la intervención (2.07 para el vídeo 1 y 1.98 para el vídeo 2), confirmando la efectividad de los videos como herramienta educativa.

En contraste, el grupo de control, que no accedió a los vídeos, presentó mejoras más limitadas. Aunque se observó cierto progreso en las postpruebas (calificaciones promedio de 3.96/10 y 2.03/10), el efecto de la intervención fue menor (*d* de Cohen de 0.93 y 0.73), lo que evidencia que la exposición a los vídeos generó un impacto significativamente superior en el aprendizaje del grupo experimental.

Estos hallazgos subrayan la relevancia de los recursos audiovisuales como mediadores del aprendizaje científico. La combinación de narrativas históricas, analogías visuales y elementos interactivos permite transformar conceptos abstractos en experiencias comprensibles y motivadoras. Además, facilitan la conexión de los contenidos con la vida cotidiana, incentivando la curiosidad, la reflexión crítica y la construcción activa del conocimiento.

Más allá de los números, los resultados destacan la interconexión entre los elementos de motion graphics y los principios de neuroeducación y DUA. El diseño, la animación, la edición, la narración y el storytelling se integraron con estrategias que activan la curiosidad, fomentan la emoción vinculada al aprendizaje y facilitan la conexión de nuevos conceptos con conocimientos previos. Esta integración asegura que los contenidos sean comprensibles, motivadores e inclusivos, contribuyendo a un aprendizaje significativo y duradero.

La investigación confirma que los motion graphics son una herramienta eficaz para mejorar la comprensión y retención de contenidos complejos, en este caso, sobre el sistema solar y el universo, así como sus aportes culturales, científicos y tecnológicos. Los hallazgos también reflejan que la aplicación de los principios de la neuroeducación y del DUA potencia el efecto educativo, proporcionando una experiencia de aprendizaje más rica, interactiva y personalizada.

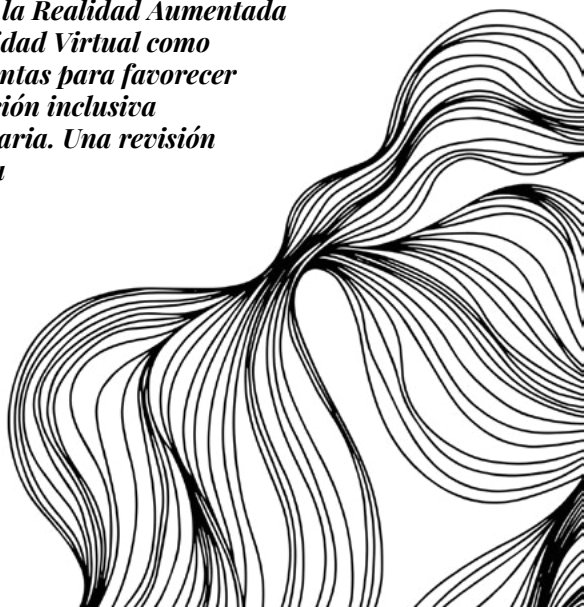
Si bien la intervención se realizó en un periodo limitado de un mes, lo que restringe la observación de efectos a largo plazo, los resultados obtenidos proporcionan evidencia sólida sobre la efectividad de los motion graphics como recurso educativo. Se sugiere que futuras investigaciones amplíen la muestra y evalúen la retención de conocimientos en el tiempo, así como la aplicabilidad de esta metodología en diferentes contextos educativos.

En definitiva, la integración de motion graphics en la enseñanza de la astronomía no sólo comunica información, sino que transforma la manera en que los estudiantes construyen conocimiento, conectan ideas y desarrollan pensamiento crítico. La combinación de narrativa, visualización y principios pedagógicos avanzados constituye una vía prometedora para generar aprendizajes significativos, motivadores y duraderos, acercando a los estudiantes al universo de manera comprensible, fascinante y científica.

Capítulo

3

*El uso de la Realidad Aumentada
y la Realidad Virtual como
herramientas para favorecer
la educación inclusiva
universitaria. Una revisión
narrativa*



Introducción

La educación superior enfrenta el desafío permanente de garantizar el acceso, la participación y el aprendizaje significativo de una población estudiantil cada vez más diversa. En este contexto, la educación inclusiva se consolida como un principio fundamental para asegurar la equidad y la justicia educativa, particularmente en el caso de estudiantes con discapacidad, trastornos del neurodesarrollo y otras necesidades educativas específicas. La incorporación de tecnologías emergentes, como la Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual (RV), ha cobrado especial relevancia al ofrecer nuevas posibilidades para el diseño de entornos de aprendizaje accesibles, flexibles e interactivos.

La RA y la RV permiten la creación de experiencias inmersivas que facilitan la representación multisensorial de la información, la simulación de escenarios complejos y la adaptación de los contenidos a distintos estilos y ritmos de aprendizaje. Diversos estudios han documentado su potencial para reducir barreras sensoriales, cognitivas y contextuales, favoreciendo la inclusión educativa en el nivel universitario (Salgado y Ibeas, 2021; García-Holgado et al., 2020). Asimismo, proyectos recientes desarrollados en instituciones de educación superior evidencian avances significativos en términos de motivación, compromiso académico y autonomía del estudiantado.

No obstante, la adopción de estas tecnologías no está exenta de desafíos. Persisten brechas relacionadas con la infraestructura tecnológica, la formación docente especializada, la adaptación curricular y la evaluación sistemática de los impactos educativos. En este sentido, resulta necesario contar con análisis críticos que integren la evidencia científica disponible y permitan comprender tanto los beneficios como las limitaciones de la RA y la RV en la educación inclusiva universitaria.

El objetivo de este capítulo es examinar el estado del arte sobre el uso de la RA y la RV como herramientas de apoyo a la educación inclusiva en la educación superior, identificando sus aportes pedagógicos, los principales retos de implementación y las líneas emergentes de investigación, con el fin de contribuir a la construcción de entornos universitarios más equitativos y accesibles.

Metodología

Se desarrolló una revisión narrativa de la literatura con un enfoque analítico y descriptivo, orientada a identificar tendencias, aportes y vacíos de investigación en torno al uso de la RA y la RV en la educación inclusiva universitaria. Se consultaron bases de datos académicas de amplio reconocimiento, entre ellas Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar y Dialnet.

Los criterios de inclusión consideraron: (a) publicaciones entre 2019 y 2025; (b) estudios centrados en educación superior; (c) investigaciones que abordan explícitamente la inclusión educativa, la discapacidad o la diversidad funcional; y (d) trabajos empíricos, revisiones sistemáticas, proyectos institucionales o propuestas metodológicas con sustento teórico. Se excluyeron estudios de nivel preuniversitario y aquellos sin un marco conceptual claro.

Si bien no se siguió un protocolo sistemático formal como PRISMA, la selección de los estudios se realizó atendiendo a criterios de calidad metodológica, relevancia temática y rigor académico, lo que permite otorgar solidez analítica a los hallazgos presentados.

Desarrollo y análisis de la literatura

El avance acelerado de las tecnologías inmersivas ha transformado de manera sustancial los modelos pedagógicos en la educación superior. La RA y la RV se han posicionado como herramientas con alto valor didáctico al permitir experiencias de aprendizaje activo, situado y multisensorial (Akçayır y Akçayır, 2017). Desde una perspectiva inclusiva, estas tecnologías ofrecen oportunidades para personalizar el aprendizaje y responder a la heterogeneidad del estudiantado universitario.

Diversas investigaciones coinciden en que la RA y la RV contribuyen a la eliminación de barreras físicas, sensoriales y cognitivas. García-Holgado et al. (2020) destacan que la representación visual tridimensional y la interacción guiada facilitan la comprensión de contenidos complejos en estudiantes con dificultades cognitivas. De manera complementaria, Martín-Gutiérrez et al. (2022) reportan que los entornos de RV controlados favorecen la participación de estudiantes con Trastorno del Espectro Autista (TEA), al reducir niveles de ansiedad y mejorar la predictibilidad de las actividades.

Desde el enfoque pedagógico, la RA y la RV se alinean con principios constructivistas y con el Diseño Universal para el Aprendizaje, al ofrecer múltiples formas de representación, expresión y compromiso (Cai et al., 2020). Radu (2014) subraya que la visualización de fenómenos abstractos mediante modelos tridimensionales incrementa la retención y transferencia del conocimiento, especialmente en áreas STEM.

En el contexto latinoamericano, aunque persisten limitaciones estructurales, se han documentado experiencias exitosas. Caballero-Garriazo et al. (2023) evidencian mejoras significativas en el rendimiento académico y la satisfacción estudiantil mediante el uso de RA en programas de ingeniería en Perú. De forma similar, Cárdenas et al. (2024)

reportan un aumento en la motivación y el compromiso académico de estudiantes con discapacidad motora en universidades colombianas.

No obstante, la literatura también advierte riesgos asociados a una implementación acrítica de estas tecnologías. Bower et al. (2017) señalan que la ausencia de criterios de accesibilidad puede reproducir prácticas excluyentes. Asimismo, López-Belmonte et al. (2021) identifican una limitada participación del estudiantado con discapacidad en el diseño de experiencias inmersivas, lo que reduce su pertinencia pedagógica.

Resultados de estudios relevantes

La revisión de la literatura permitió identificar investigaciones representativas que evidencian avances y desafíos en la integración de RA y RV:

Pinagorte et al. (2025) realizaron una revisión cualitativa de 50 artículos publicados entre 2020 y 2024, identificando barreras económicas, técnicas y pedagógicas, y proponiendo estrategias institucionales basadas en alianzas intersectoriales y políticas de inclusión.

Alcalde et al. (2024) desarrollaron un entorno de RV combinado con una aplicación móvil basada en inteligencia artificial para estudiantes con dislexia ($n = 17$), logrando altos niveles de precisión en la personalización de estrategias de aprendizaje, aunque con limitaciones derivadas del tamaño muestral.

Gonza et al. (2024), mediante una revisión sistemática PRISMA, concluyen que la RA mejora la comprensión conceptual y la motivación académica, pero advierten la falta de estándares de accesibilidad en numerosos estudios.

Moro et al. (2023) implementaron un diseño cuasi-experimental para fortalecer habilidades espaciales en estudiantes de arquitectura e ingeniería, reportando mejoras significativas independientemente del género o nivel previo.

Proyectos institucionales como FORDYSVAR (2021) y VRiRV (Universidad de Burgos) destacan por integrar principios de accesibilidad, diseño centrado en el usuario y retroalimentación inclusiva, evidenciando el impacto positivo de enfoques pedagógicos bien estructurados.

Implicaciones para la política y gestión universitaria

Los hallazgos de esta revisión tienen implicaciones directas para la formulación de políticas institucionales orientadas a la educación inclusiva en el nivel universitario. En primer lugar, la evidencia analizada sugiere que la integración de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual debe trascender iniciativas aisladas o proyectos piloto, y consolidarse como parte de planes estratégicos institucionales que articulen innovación tecnológica, inclusión educativa y calidad académica.

En este sentido, resulta prioritario que las universidades incorporen criterios de accesibilidad digital y Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en sus lineamientos para el desarrollo e implementación de tecnologías educativas. Ello implica no sólo la adquisición de infraestructura tecnológica adecuada, sino también la elaboración de normativas internas que garanticen el diseño inclusivo de entornos inmersivos, la evaluación de su impacto pedagógico y la participación activa del estudiantado con discapacidad en los procesos de diseño y validación.

Asimismo, la formación y actualización docente emerge como un eje estratégico indispensable. Las políticas universitarias deben contemplar programas sistemáticos de capacitación en pedagogía inclusiva

y tecnologías inmersivas, con énfasis en su aplicación didáctica, ética y accesible. Sin este componente, el potencial transformador de la RA y la RV corre el riesgo de verse limitado o de reproducir prácticas excluyentes.

Finalmente, se destaca la necesidad de promover esquemas de financiamiento sostenible, alianzas interinstitucionales y colaboración con el sector tecnológico, que permitan reducir las brechas de acceso y asegurar la continuidad de proyectos inclusivos basados en RA y RV. Estas acciones son congruentes con las recomendaciones internacionales en materia de educación inclusiva y con los criterios de calidad, pertinencia social e impacto exigidos por el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII).

Conclusiones

La evidencia analizada permite afirmar que la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual constituyen herramientas con un alto potencial para promover la educación inclusiva en la educación superior. Su adecuada implementación favorece la comprensión de contenidos complejos, el aprendizaje autónomo y la participación activa del estudiantado con diversas necesidades educativas.

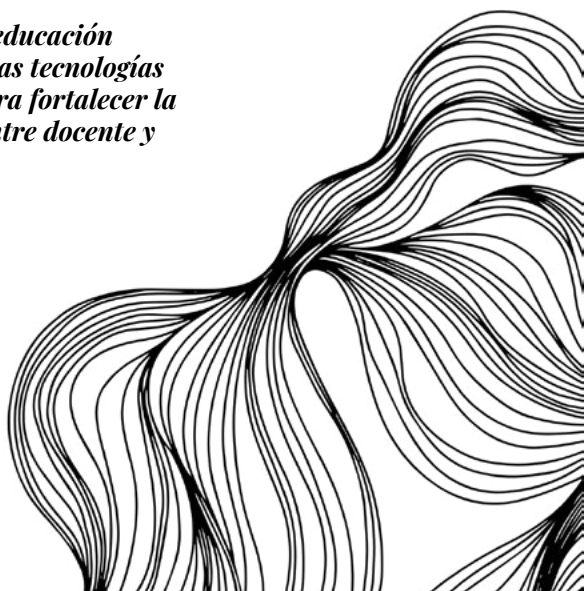
Sin embargo, su impacto positivo depende de condiciones clave: formación docente especializada, diseño accesible, evaluación sistemática de resultados y una planificación institucional que garantice equidad en el acceso tecnológico. Asimismo, se identifica la necesidad de estudios longitudinales y de mayor participación del estudiantado con discapacidad en el diseño y evaluación de estas experiencias.

En síntesis, la RA y la RV no deben concebirse como soluciones aisladas, sino como componentes de estrategias pedagógicas integrales orientadas a la construcción de una educación universitaria más equitativa, inclusiva y socialmente responsable, en consonancia con los criterios de rigor científico y pertinencia académica exigidos por el SNII.

Capítulo

4

*La ética en la educación
inclusiva con las tecnologías
emergentes para fortalecer la
convivencia entre docente y
estudiantes*



Introducción

La convergencia entre educación inclusiva, ética y tecnologías emergentes constituye uno de los desafíos más significativos y transformadores que enfrentan los sistemas educativos contemporáneos. En un mundo cada vez más digital, donde la inteligencia artificial redefine los procesos de enseñanza-aprendizaje, resulta imperativo examinar las implicaciones éticas que surgen de esta intersección, particularmente cuando se busca construir entornos educativos verdaderamente inclusivos.

Este capítulo aborda cómo los principios éticos fundamentales de dignidad humana, justicia y equidad orientan la implementación de tecnologías educativas avanzadas, especialmente en contextos donde la diversidad del alumnado exige respuestas personalizadas. A través de un análisis multidimensional que integra marcos normativos internacionales y nacionales, políticas educativas y avances tecnológicos, se explora el potencial transformador de la IA en la creación de espacios educativos más accesibles, mientras se identifican los riesgos de amplificar desigualdades preexistentes.

La figura del docente como agente ético insustituible se presenta como eje articulador de una educación inclusiva, tecnológicamente enriquecida, pero fundamentada en valores humanos esenciales. La premisa central que guía este análisis es que la verdadera revolución educativa no radica en la sofisticación tecnológica, sino en la capacidad para utilizarla como herramienta al servicio de una convivencia educativa más justa, equitativa y humanizadora.

La ética en la educación inclusiva para fortalecer la convivencia entre docente y estudiantes

La educación inclusiva se fundamenta en principios éticos esenciales que trascienden lo metodológico para constituir un paradigma transformador en la relación docente-estudiante. La dignidad humana constituye el principio fundamental de todo sistema educativo inclusivo. Como establece la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos, “Se habrán de respetar plenamente la dignidad humana, los derechos humanos y las libertades fundamentales” (UNESCO, 2005, p. 6). Este fragmento implica en su significado que el reconocimiento de que los sistemas educativos requiere considerar a cada estudiante como un fin en sí mismo, nunca como un medio, con lo que se respeta su valor intrínseco, independientemente de sus capacidades o condiciones.

La justicia en la educación inclusiva implica reconocer que todas las personas son sujetos plenos de derecho. Según el artículo 62 de la Ley General de Educación mexicana, “El Estado asegurará la educación inclusiva en todos los tipos y niveles” (Comisiones Unidas de Educación y de Atención a Grupos Vulnerables, 2021, p. 1), con lo que se debe garantizar este derecho fundamental para todos los estudiantes. Esta noción de justicia exige eliminar las barreras sistémicas que han excluido históricamente a ciertos grupos del sistema educativo, como establece el artículo 64, que garantiza el acceso formativo para estudiantes con necesidades particulares o que enfrenten obstáculos que limitan su integración y aprovechamiento académico (Comisiones Unidas de Educación y de Atención a Grupos Vulnerables, 2021).

La equidad trasciende la igualdad formal al reconocer que diferentes estudiantes requieren apoyos específicos. El artículo 61 de la misma ley define que la educación inclusiva adapta el modelo educativo capaz de atender con justicia y equilibrio los rasgos distintivos, requerimien-

tos, motivaciones, aptitudes, destrezas y métodos de asimilación particulares de la totalidad del alumnado sin excepción (Comisiones Unidas de Educación y de Atención a Grupos Vulnerables, 2021, p. 1). Este principio se materializa en medidas concretas como las descritas en el artículo 65, que establece la necesidad de “Facilitar la adquisición y el aprendizaje de la Lengua de Señas (...) y la enseñanza del español para las personas sordas, mudas o sordomudas” (Comisiones Unidas de Educación y de Atención a Grupos Vulnerables, 2021, p. 2).

El respeto a la autonomía y autodeterminación rompe con las tradiciones paternalistas. Como afirma Jan Jarab, “Las personas con discapacidad tienen nombre, tienen gustos y preferencias, tienen voluntad: no son objetos pasivos de los cuidados o las intervenciones, sino sujetos activos, titulares de derechos” (ONU-DH, 2017). Este principio se refleja en el lema “Nada sobre nosotros/as sin nosotros/as”, acuñado por la coalición que agrupó al movimiento internacional de las personas con discapacidad y que implica la participación activa en los procesos de toma de decisiones educativas. El artículo 62 de la Ley establece como objetivo “Favorecer el máximo logro de aprendizaje de los educandos con respeto a su dignidad, derechos humanos y libertades fundamentales, con lo que refuerza su autoestima y aprecio por la diversidad humana” (Comisiones Unidas de Educación y de Atención a Grupos Vulnerables, 2021, p. 1).

Estos principios éticos transforman profundamente la relación docente-estudiante, con lo que se generan entornos donde la convivencia se fortalece mediante la valoración positiva de la diversidad, entendida como característica inherente a la condición humana. La solidaridad y cooperación, principios recogidos en el artículo 13 de la Declaración, son esenciales “Se habrá de fomentar la solidaridad entre los seres humanos y la cooperación internacional a este efecto” (UNESCO, 2005, p. 8). El artículo 64 de la Ley General de Educación promueve la participación compartida en la toma de decisiones, involucrando a los estudiantes, las

madres, los padres de familia o tutores y el personal docente“Los educandos, madres y padres de familia o tutores, personal docente” (Comisiones Unidas de Educación y de Atención a Grupos Vulnerables, 2021, p. 2).

La verdadera educación inclusiva representa una revolución ética que debe permear todos los niveles del sistema educativo. Como establece el Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad (2021), el concepto de inclusión que trasciende los límites de lo educativo, con lo que se constituye fundamentalmente como la perspectiva de una comunidad integradora que valora dicho principio y donde cada individuo encuentra su espacio de pertenencia. La formación ética de los docentes es central, como reconoce el artículo 66, al establecer lineamientos específicos para el personal que presta educación especial.

Los principios de justicia, equidad y respeto constituyen la base para una convivencia educativa transformadora. Esta convivencia no se limita al cumplimiento normativo, sino que representa un compromiso ético profundo. La ética en la educación inclusiva trasciende así el ámbito escolar para convertirse en un proyecto social transformador, que reconoce en la convivencia respetuosa entre docentes y estudiantes el fundamento de una sociedad más justa, equitativa y humana (ONU-DH, 2017).

De manera general, se observa en el desarrollo de los diversos temas tratados en este documento que los principios éticos fundamentales que sustentan la educación inclusiva destacan la dignidad humana como base esencial. La justicia, equidad y respeto emergen como pilares clave respaldados tanto por marcos internacionales como la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos de la UNESCO (2005) y la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, como por legislación nacional mexicana.

A manera de afirmación, la educación inclusiva representa mucho más que un cambio metodológico o técnico; constituye una transformación ética profunda que reconoce la diversidad como un valor inherente a la condición humana. Este paradigma educativo exige superar modelos segregados y asistencialistas para construir sistemas donde cada estudiante sea considerado un sujeto activo de derechos, con voz y participación en su propio proceso educativo. Los principios de justicia, equidad y respeto no solo deben plasmarse en marcos normativos, sino materializarse en prácticas cotidianas que garanticen entornos educativos accesibles y adaptados a las necesidades de todos los estudiantes, en donde se reconoce que la verdadera inclusión trasciende el ámbito escolar para convertirse en un proyecto social transformador.

Marcos normativos relevantes sobre inclusión y tecnología educativa

La intersección entre inclusión y tecnología educativa ha sido abordada por diversos marcos normativos a nivel internacional, regional y nacional. Además de ello, estos marcos revelan la evolución de la concepción de inclusión digital en el ámbito educativo y orientan su implementación.

A nivel internacional, la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU, 2006) estableció en su artículo 24 que la educación inclusiva constituye un derecho, no simplemente un principio orientador. Como señalan Echeita y Ainscow (2011), esto representa un cambio sustantivo respecto a documentos anteriores como la Declaración de Salamanca (UNESCO, 1994), pues implica la obligación de las autoridades de crear condiciones para su disfrute efectivo, con lo que se remueven las barreras que lo impidan.

La Agenda Educación 2030 y el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (UNESCO, 2015) plantean el rol central de las tecnologías digitales como herramientas para fortalecer la gestión institucional, transformar el currículo, diversificar las estrategias pedagógicas y mejorar los sistemas de evaluación. Según documenta Kelly (2011), estos lineamientos reflejan el tránsito desde un enfoque inicial centrado en el acceso hacia otro más complejo que busca la innovación pedagógica mediante la integración tecnológica.

A nivel regional, en América Latina, la Conferencia Gubernamental “La educación inclusiva: El camino hacia el futuro” (UNESCO, 2008), respaldada por 144 ministros de educación, refrendó el compromiso político con el avance hacia sistemas educativos más inclusivos mediados por tecnología, lo que proporciona un marco conceptual común para la región.

En el plano nacional, la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad de México (2011) define explícitamente la accesibilidad en términos tecnológicos, con lo que se establecen las medidas necesarias para asegurar el acceso en igualdad de condiciones a los sistemas y tecnologías de información. Destacan políticas como el Plan Ceibal de Uruguay, iniciado en 2007, que representa una de las pocas iniciativas con trayectoria ininterrumpida en la región, y el programa Conectar Igualdad de Argentina (2010-2018, reinstaurado en 2022).

Igualmente, el reciente Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2023 de la UNESCO señala preocupaciones fundamentales en torno a la tecnología educativa. El informe advierte que “No existen muchas pruebas sólidas sobre el valor añadido de la tecnología digital en la educación”, situación agravada porque “Muchas de las pruebas proceden de quienes intentan vender la tecnología” (UNESCO, 2023, p. 7).

Las desigualdades digitales emergen como prioridad a escala global; únicamente el 40% de las instituciones de enseñanza elemental, el 50% de los centros de educación media básica y aproximadamente el 65% de los establecimientos de bachillerato cuentan con acceso a la red mundial de información. Durante la pandemia, el aprendizaje a distancia falló en alcanzar “al 72% de los más pobres” (UNESCO, 2023, p. 7).

En torno al impacto en el aprendizaje, el informe indica que ciertas tecnologías educativas han generado impactos favorables de moderada y limitada magnitud en ciertos formatos educativos, aunque subraya que la efectividad real está condicionada por la priorización de los logros formativos por encima de la contribución de las herramientas tecnológicas (UNESCO, 2023). El caso de Perú ilustra esto, “Se distribuyeron más de un millón de portátiles sin incorporarse en la pedagogía, por lo que el aprendizaje no mejoró” (UNESCO, 2023, p. 7).

Los sistemas educativos actuales enfrentan importantes retos de adaptación digital. Según la UNESCO (2023), las naciones están comenzando a establecer y priorizar habilidades digitales específicas dentro de sus planes de estudio y mecanismos de evaluación. Sin embargo, persiste una brecha significativa; gran parte del alumnado carece de espacios suficientes para interactuar con herramientas tecnológicas durante su formación escolar. El problema se agrava cuando se considera que el profesorado generalmente manifiesta inseguridad e insuficiente preparación para implementar recursos tecnológicos en sus prácticas pedagógicas.

El informe señala además una preocupante desigualdad en la producción de recursos digitales educativos: los grupos socialmente dominantes generan la mayor parte del contenido en línea, lo que crea barreras de accesibilidad para comunidades menos representadas. Las estadísticas revelan un marcado desequilibrio geográfico y lingüístico,

pues aproximadamente el 90% de los materiales alojados en repositorios educativos de nivel superior con recursos de libre acceso provienen exclusivamente de Europa y Norteamérica. Esta disparidad se refleja también en el aspecto idiomático, donde el inglés predomina abrumadoramente al constituir el 92% del contenido disponible en la biblioteca mundial OER Commons (UNESCO, 2023).

Un aspecto preocupante es la tendencia a adquirir tecnología sin considerar las implicaciones a largo plazo, afectando “Los presupuestos nacionales”, “El bienestar de los niños” y “El planeta” (UNESCO, 2023, p. 8). El informe alerta que la inversión requerida para implementar sistemas digitales educativos fundamentales en naciones de economía precaria y garantizar conectividad web en todos los establecimientos escolares de países con desarrollo económico intermedio aumentaría en un 50% el actual desequilibrio financiero que enfrentan para conseguir los objetivos educativos establecidos en el cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible (UNESCO, 2023).

Esta evolución normativa refleja el reconocimiento progresivo de que la inclusión digital no es meramente un asunto técnico, sino fundamentalmente un derecho vinculado a la equidad y la justicia social en contextos educativos cada vez más mediados por tecnologías digitales.

Análisis de las políticas y gestión de tecnología educativa en México

Los organismos internacionales como la UNESCO, el Banco Mundial, la OCDE y el BID han influido significativamente en las políticas de tecnología educativa en México. Estas organizaciones han propuesto estrategias que, aunque buscan mejorar la calidad educativa, no siempre consideran las particularidades del contexto mexicano. La implementa-

ción de políticas generalizadas ha contribuido a una disparidad digital y ha fomentado una dependencia tecnológica que limita la capacidad de México para desarrollar soluciones propias adaptadas a sus necesidades específicas.

La globalización ha estrechado las relaciones mundiales, y el desarrollo tecnológico ha acelerado las interacciones en actividades económicas, culturales y educativas. Sin embargo, esta influencia internacional ha provocado que decisiones políticas que antes eran facultad exclusiva del Estado ahora están fuertemente influenciadas por instituciones transnacionales, lo que reduce el margen de decisión nacional y convierte al Estado en un intermediario entre estas instituciones y las políticas implementadas (Kelly, 2011).

En este sentido, las iniciativas tecnológicas en educación en México comenzaron con *MicroSEP* en 1987, continúan con *Enciclomedia* durante el gobierno de Fox, los proyectos de equipamiento durante el gobierno de Felipe Calderón, hasta los programas de tabletas en administraciones más recientes. Sin embargo, todavía se tienen resultados limitados debido a diversos factores: falta de contenidos adecuados que trasciendan lo enciclopédico y fomenten el razonamiento; insuficiente capacitación docente para integrar efectivamente la tecnología; deficiencias en infraestructura de conectividad, especialmente en zonas rurales; y ausencia de políticas de mantenimiento que garanticen la sostenibilidad a largo plazo (Echeita y Ainscow, 2011).

De la misma forma, los desarrolladores de tecnología educativa en México enfrentan múltiples desafíos debido a que hace falta un mercado establecido para la sostenibilidad económica de los proyectos; escaso conocimiento entre los actores educativos de las posibilidades de la tecnología; políticas públicas sin continuidad que generan incertidumbre; y la ausencia de una visión compartida que oriente los esfuerzos. Para enfrentar estos retos, es necesario generar vínculos entre los diferentes

actores, crear vías de comunicación efectivas, formar a futuros desarrolladores, complementar la formación docente, lograr certificaciones de productos y procesos, e impulsar políticas que fomenten una industria nacional de tecnología educativa (Kelly, 2011).

Mientras tanto, en el marco normativo mexicano en torno a la inclusión y tecnología educativa, se incluye el artículo 3° Constitucional, que establece el derecho central en la educación y la obligación estatal de impartir educación de calidad. Las reformas recientes han incorporado explícitamente el uso de tecnologías como parte fundamental del proceso educativo. La Ley General de Educación, en su reforma de 2019, incluye disposiciones específicas, en torno a las tecnologías educativas y la reducción de la desigualdad digital (DOF, 2019).

En el caso de La Agenda Digital Educativa, se establecen seis ejes principales: conectividad e infraestructura; educación en habilidades digitales; acceso a recursos digitales; investigación e innovación; gobernanza y marco jurídico; y cooperación nacional e internacional (SEP, 2020). El Programa de Inclusión Digital busca garantizar el acceso y aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [TIC] en el sistema educativo. Se contempla equipamiento, conectividad, contenidos digitales y formación docente (Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad, 2011).

Por otro lado, el Acuerdo 592 incluye el uso de tecnologías como herramientas de aprendizaje en todos los niveles, con lo que se proporcionan lineamientos para su incorporación en los planes de estudio (SEP, 2011). También, el Programa Sectorial de Educación 2020-2024 define objetivos para mejorar la calidad educativa mediante tecnologías, se enfoca en la reducción de desigualdades y la atención a grupos vulnerables (Gobierno de México, 2020).

Pese a estas múltiples iniciativas, México sigue enfrentando desafíos en la implementación efectiva de tecnologías educativas. Es fundamental desarrollar una política de Estado, no de gobierno, que considere las necesidades específicas del contexto mexicano, garantice la sostenibilidad de las iniciativas y promueva la participación de todos los actores involucrados para aprovechar el potencial transformador de la tecnología en la educación.

La Inteligencia Artificial como herramienta transformadora en contextos educativos inclusivos

La Inteligencia Artificial (IA) está emergiendo como una fuerza transformadora en el ámbito educativo global; ofrece tanto oportunidades significativas como desafíos considerables para los sistemas educativos tradicionales. Especialmente, se enfoca en la creación de entornos de aprendizaje inclusivos.

Stefania Giannini, Subdirectora General de Educación de la UNESCO, enfatiza que “La tecnología no es neutral y debe ser dirigida por nuestro albedrío. La tecnología, en nuestros términos, se aplica bajo nuestras condiciones” (UNESCO, 2024). Esta declaración subraya la importancia de mantener un enfoque centrado en el ser humano al implementar tecnologías de IA en contextos educativos.

Sin embargo, la implementación de la IA en entornos educativos presenta importantes desafíos. También, Giannini observa que “La aplicación de la IA en la educación varía enormemente de un país a otro, lo que suele reflejar las disparidades ya existentes en cuanto a la infraestructura tecnológica, la financiación, el apoyo político y los niveles de alfabetización digital” (UNESCO, 2024). Estas disparidades exacerban las brechas educativas existentes si no se abordan proactivamente.

Para aprovechar efectivamente el potencial de la IA mientras se mitigan sus riesgos, Giannini afirma que la forma óptima de alcanzar este objetivo consiste en emplear la inteligencia artificial como un recurso que enriquece, sin reemplazar, los componentes humanos esenciales en el proceso educativo (UNESCO, 2024). Entonces, se reconoce el papel insustituible de los docentes, quienes proporcionan guía y respaldos personalizados, que reconocen la individualidad de cada educando y consideran las condiciones únicas de sus ambientes de formación y existencia cotidiana (UNESCO, 2024).

Como señala Giannini, “Se trata de encontrar el justo equilibrio entre el fanatismo ciego y la inacción absoluta” (UNESCO, 2024). Para que la IA se convierta en una herramienta transformadora en contextos educativos inclusivos, se requiere un enfoque equilibrado que maximice sus beneficios mientras minimiza sus riesgos, orientando su desarrollo e implementación hacia valores compartidos que contribuyan a un futuro más equitativo e inclusivo. Porque como subraya la UNESCO, está en la capacidad de determinar el porvenir que se desea, lo que exige una transformación profunda en los vínculos con el entorno natural, los avances técnicos y las interacciones humanas (UNESCO, 2024).

En esta problemática, investigaciones recientes demuestran el impacto positivo de la IA en el proceso educativo. Ayuso-del Puerto y Gutiérrez-Esteban (2022) destacan que el profesorado en formación valora beneficios como la potenciación del interés, el fortalecimiento de capacidades vinculadas a la solución de situaciones complejas y el estímulo del pensamiento innovador que aportarían a la consecución de una formación relevante y valiosa. Estos hallazgos coinciden con Mubasher y Mirza (2021), quienes confirman la capacidad de la IA para enriquecer la experiencia educativa.

La IA se materializa a través de aplicaciones como tutores virtuales y plataformas adaptativas. Wang et al. (2015) han desarrollado sistemas tutoriales inteligentes que mejoran significativamente la adquisición de habilidades básicas. Mientras que Rodríguez-García et al. (2021) han implementado exitosamente Learning ML, con lo que se aumenta la comprensión de los fundamentos del Machine Learning entre estudiantes jóvenes.

Un aspecto destacado es la capacidad de personalización del aprendizaje. Hutchins (2017) señala que la flexibilidad de la IA contribuye a responder a diversas necesidades del alumnado, lo que permite la personalización y creación de recursos inclusivos y se alinea con el cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible (ONU, 2019).

La implementación efectiva requiere un ecosistema adecuado. Sandoval et al. (2025) demuestran que la IA ha propiciado una mejora del 45% en los resultados escolares de los estudiantes a través de la adaptación individualizada de los ejercicios educativos. Si bien señalan retos como la necesidad de formación del profesorado en el manejo de estos sistemas tecnológicos y las inequidades en la disponibilidad de recursos en entornos desfavorecidos.

La formación docente es crucial, por ello, Ayuso-del Puerto y Gutiérrez-Esteban (2022) destacan la importancia de replantear la función de los docentes de educación superior y concebirlos no únicamente como transmisores de conocimientos, sino como guías en los procesos de elaboración de materiales y adquisición de competencias digitales, visión que coincide con Taveras et al. (2021).

Los aspectos éticos son sustanciales; por ello, la UNESCO (2024) advierte sobre la necesidad de proteger la confidencialidad y la información individual, evitar cualquier influencia indebida en el alumnado y asegurar una atención permanente a los aspectos relacionados con la

protección, preocupación compartida por Eaton et al. (2018). Por su lado, Bolaño-García y Duarte-Acosta (2024) identifican desafíos pendientes, como la fiabilidad de la información procesada por los sistemas inteligentes, el requerimiento de formación tanto para docentes como para aprendices, y los recelos relacionados con la confidencialidad y protección informativa.

Como se observa, la IA representa una herramienta transformadora con potencial para revolucionar la educación, pero requiere un enfoque equilibrado que mantenga al ser humano en el centro del proceso educativo, lo que garantiza que la tecnología sea un medio para mejorar la educación, no un fin en sí misma. Igualmente, la IA representa una herramienta transformadora con el potencial de revolucionar la educación, lo que permite experiencias de aprendizaje más personalizadas, inclusivas y efectivas. Sin embargo, para aprovechar plenamente este potencial, es esencial adoptar un enfoque equilibrado que considere tanto las oportunidades como los desafíos y mantenga siempre al ser humano en el centro del proceso educativo, y garantice que la tecnología sea útil como un medio para mejorar la educación, no como un fin en sí misma.

El docente ético en la educación inclusiva digital

La transformación digital de la educación, acelerada por la pandemia de COVID-19, ha modificado sustancialmente los entornos de aprendizaje y resaltado la importancia de un marco ético para los docentes que integran tecnologías en el aula. Como señalan Carmona y Olivé (2019), referirse a la consideración de la diversidad en centros educativos regulares y especializados resulta anacrónico. Igualmente, obsoleto es mencionar la educación inclusiva como concepto separado, ya que un centro educativo es incluyente o es inequitativo. Y una institución educativa inequitativa carece de fundamento para su continuidad. Esta afirmación

plantea un nuevo paradigma donde la inclusión no es un complemento, sino un requisito fundamental del sistema educativo.

En otro sentido, el modelo de Conocimiento Tecnológico Pedagógico Disciplinar [CTPD], desarrollado por Mishra y Koehler (2006), plantea la integración de tres tipos de conocimiento: disciplinar, pedagógico y tecnológico. No obstante, como señalan Gómez-Trigueros y Ortega-Sánchez (2022), este modelo carece de una dimensión fundamental: la ética. Esto se fundamenta en que las investigaciones relacionadas con el marco de Conocimiento Tecnológico Pedagógico Disciplinar y su componente ético son notablemente escasas. Este vacío no es trivial, puesto que el personal docente debe afrontar las implicaciones morales que surgen al implementar sistemas de identificación fisionómica, análisis de macrodatos, sistemas cognitivos artificiales y otras innovaciones tecnológicas en los contextos formativos.

La ética docente en entornos digitales inclusivos abarca múltiples dimensiones: el Conocimiento Ético Profesional [CEP], que comprende los principios que guían la conducta docente; el Conocimiento Ético Tecnológico [CET], referido a la seguridad personal y los derechos de autor; el Conocimiento Ético Tecnológico Pedagógico [CETP], que implica guiar a los estudiantes para usar las tecnologías éticamente; y el Conocimiento Ético Tecnológico Disciplinar [CETD], que abarca el respeto por la propiedad intelectual y la creación de materiales no discriminatorios.

Carmona y Olivé (2019) afirman que el docente responsable constituye el eje fundamental de todo el acompañamiento personalizado hacia los estudiantes y articula la labor del equipo docente junto con los recursos de apoyo especializados, lo que subraya la centralidad del docente en el proceso de inclusión. La verdadera inclusión implica la asistencia, la implicación y el avance de la totalidad de sus educandos, sin excepción alguna. En esto se fundamenta la naturaleza esencial de una institución educativa universal.

Baca et al. (2025) advierten que el manejo inadecuado de información personal y la utilización sin control de contenidos en formato digital se obvian la normativa en torno a los derechos de autor que crea situaciones de riesgo para el profesorado y el alumnado. Esto es particularmente problemático en entornos inclusivos, donde la privacidad y el respeto por las diferencias individuales deberían ser prioritarios.

De la misma forma, la aplicación de la inteligencia artificial plantea importantes dilemas éticos. Gallent-Torres et al. (2023) advierten que las tendencias discriminatorias en los procedimientos computacionales constituyen una problemática fundamental al incorporar sistemas cognitivos artificiales en los ambientes de aprendizaje, ya que poseen el potencial de incrementar los desequilibrios sociales previamente existentes en el contexto formativo. Gómez-Trigueros y Ortega-Sánchez (2022) indican que los sistemas de identificación biométrica facial conllevan la recolección, valoración y manipulación de considerable información privada de las personas que emplean dichas herramientas, lo que provoca una mayor distribución de datos confidenciales y específicos del cuerpo estudiantil.

Por ello, también Agüero (2024) concluye que la implementación de sistemas inteligentes artificiales en contextos formativos presenta tanto posibilidades como peligros para el fomento de capacidades analíticas reflexivas. Reich e Ito (2017) alertan que las herramientas digitales para la enseñanza revolucionan los procesos de adquisición de conocimientos, sin embargo; su aplicación frecuentemente reproduce y acrecienta las disparidades ya existentes. Para abordar estos desafíos, es necesario ampliar el modelo CTPD para incluir explícitamente la dimensión ética, con lo que se crea así un modelo de Conocimiento Ético Tecnológico Pedagógico Disciplinar [CETPD]. Este modelo integraría el conocimiento disciplinar, pedagógico, tecnológico y ético.

La formación del profesorado en competencias éticas es fundamental. Por ello, Gómez-Trigueros y Ortega-Sánchez (2022) declaran en torno a la deficiente o prácticamente inexistente preparación en principios deontológicos profesionales del futuro profesorado durante su periodo formativo. Esta formación debe incluir casos prácticos, comunidades de práctica, colaboración con expertos y evaluación continua de las prácticas éticas. En este sentido, el docente es un agente activo que debe involucrarse en el diseño de herramientas digitales, defender los derechos de sus estudiantes, promover una cultura digital inclusiva y evaluar críticamente las tecnologías antes de implementarlas.

En esa misma línea, como afirman Carmona y Olivé (2019), se precisan transformaciones, apremiantes en determinados ámbitos, extremadamente apremiantes en la percepción global del centro educativo, su estructura funcional y la esencia del proceso formativo. Estas transformaciones exigen contemplar el componente deontológico del ejercicio pedagógico, ya que el antagonismo de la incorporación es el aislamiento. Un entorno educativo que no practica la inclusión se transforma inevitablemente en selectivo.

El camino hacia este modelo requerirá el esfuerzo conjunto de todos los actores implicados en el sistema educativo: docentes, estudiantes, familias, administraciones, desarrolladores tecnológicos y la sociedad en general. Pero el papel del docente como líder ético de este proceso resulta insustituible. Como afirmaban Carmona y Olivé (2019), se requieren docentes competentes, en una institución educativa adecuadamente equipada. Maestros con la formación, la sensibilidad y el compromiso necesarios para transformar la educación digital en un verdadero instrumento de inclusión y justicia social.

La ética en la inteligencia artificial educativa. Creando espacios de convivencia y aprendizaje basados en valores

La integración de la inteligencia artificial ofrece nuevas oportunidades para reimaginar la convivencia ética en el aula. Como señalan Flores-Vivar y García-Peñalvo (2023), los sistemas de inteligencia artificial poseen una extraordinaria capacidad para el beneficio comunitario y para impulsar la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible [ODS], siempre que su evolución favorezca al conjunto de la especie humana, acate las regulaciones y criterios internacionales, y se fundamente en principios de convivencia pacífica y progreso.

La tecnología ha transformado la relación entre docentes y estudiantes, además convertir al profesor en “Una guía, un acompañante en ese proceso donde los saberes, con base en la historia de vida de los involucrados han configurado conocimientos que son dignos de ser escuchados, respetando al otro como un legítimo en convivencia” (Labrador-Fernández, 2023, p. 1). De la misma manera, Paguay-Simbaña et al. (2024) argumentan que los sistemas de inteligencia artificial emergen como fuerza transformadora en la renovación pedagógica de las dinámicas formativas, con lo que se ofrecen oportunidades para adaptar el entorno educativo a las necesidades específicas de cada estudiante.

Sin embargo, como advierte Holmes et al. (2022, como se citó en Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2023), existe el requerimiento de distinguir entre realizar acciones moralmente correctas y ejecutar tareas con integridad moral, asimilar y adoptar resoluciones educativas fundamentadas en principios deontológicos, y considerar la constante posibilidad de efectos imprevistos.

Igualmente, las tecnologías adaptativas tienen la capacidad de asistir a los centros educativos en el perfeccionamiento de la oferta de prestaciones y las vivencias formativas del alumnado. Particularmente, los recursos tecnológicos ajustables presentan la posibilidad de incrementar la implicación y los logros académicos de los educandos con diversidad funcional (Paguay-Simbaña et al., 2024). De la misma forma, Labrador-Fernández (2023) enfatiza que implementar sistemas inteligentes artificiales supone conocer y considerar las normas deontológicas inherentes a su funcionamiento previamente a la ejecución de sus tareas, eludir incoherencias manifiestas durante el proceso de análisis y transformar el producto final en un aporte pertinente para el entorno colectivo donde se implementa.

Como se observa, es innegable que las herramientas de IA facilitan el diálogo y la resolución pacífica de conflictos. Flores-Vivar y García-Peñalvo (2023) destacan que la IA es aplicable como apoyo a la formación a distancia en diversas modalidades, con sesiones instruidas, facilitadas y colaborativas de manera no presencial, presentando cada formato ventajas e inconvenientes. No obstante, Paguay-Simbaña et al. (2024) advierten que este recurso suscita significativas consideraciones morales, como el riesgo de trato desigual generado por los sistemas cognitivos artificiales, la inobservancia de regulaciones de la salvaguarda de información individual y la potencial privación de facultades de la persona que ignora las determinaciones del mecanismo.

Mientras tanto, las comunidades de aprendizaje híbridas representan un modelo prometedor. En ese tema, Paguay-Simbaña et al. (2024) sugieren que los entornos formativos (en sus modalidades físicas y digitales) deben implementar normativas deontológicas para la correcta utilización de sistemas inteligentes artificiales y demandar de las corporaciones prácticas responsables y una adecuada identificación de sus herramientas tecnológicas. Además, proponen que los colectivos

pedagógicos tengan que suscribir un compromiso deontológico para la implementación de sistemas inteligentes artificiales. Mientras tanto, Flores-Vivar y García-Peñalvo (2023) señalan que las tecnologías inteligentes artificiales requieren diseñarse para potenciar las habilidades del profesorado y facilitarles convertirse en óptimos mediadores de saberes según sus máximas posibilidades.

Como sostiene Labrador-Fernández (2023), cada comportamiento moral constituye el compromiso de transformar el saber científico en un propósito basado en métodos y prácticas que preserven la existencia de cualquier organismo viviente y el entorno natural que nos sustenta. El verdadero potencial de la IA en la educación reside en su articulación con valores humanos fundamentales como el respeto, la empatía y la solidaridad.

Por tanto, el verdadero potencial de la IA en la educación no reside únicamente en sus capacidades técnicas, sino en su articulación con valores humanos fundamentales como el respeto, la empatía y la solidaridad. Es en este diálogo entre tecnología y humanismo donde se encuentran las claves para construir comunidades educativas éticas y sostenibles para las generaciones futuras.

Personalización ética del aprendizaje mediante la Inteligencia Artificial

La transformación digital de la educación ha tomado un nuevo rumbo con la integración de la inteligencia artificial en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Esta revolución tecnológica ofrece oportunidades sin precedentes para atender la diversidad en el aula y construir entornos educativos verdaderamente inclusivos. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías conlleva desafíos éticos significativos que se abordan de manera proactiva y crítica.

En el tema de la personalización ética del aprendizaje mediante la IA, en la visión de Pagliara et al. (2024), se observa que la inteligencia artificial se concibe habitualmente como un recurso tecnológico facilitador de entornos educativos adaptados a cada individuo. Con esto se reconoce el potencial transformador de la IA para superar el modelo educativo estandarizado y se permite atender las necesidades específicas de cada estudiante. Sin embargo, esta personalización no debe realizarse a cualquier precio.

Por otro lado, en el tema se establece que Labrador-Fernández (2023), afirma que el empleo de sistemas de inteligencia artificial exige mantener en consideración constante los principios morales propios de su funcionamiento. El empleo de tecnologías de inteligencia artificial requiere considerar constantemente los principios morales asociados a su implementación y funcionamiento. Esta observación resulta fundamental, ya que la personalización sin una base ética refuerza desigualdades existentes o compromete la privacidad de los estudiantes, especialmente aquellos en situaciones de vulnerabilidad.

La personalización mediante IA representa, según Serrano y Moreno-García (2024), un proceso dinámico que armoniza las aspiraciones, preferencias y capacidades del estudiante a través de una serie de modificaciones progresivas. Es decir, un proceso dinámico donde se integran las metas, motivaciones y habilidades del alumno mediante continuos refinamientos según evoluciona su situación y contexto. Esta concepción enfatiza la naturaleza evolutiva de la personalización, que debe responder a las circunstancias cambiantes del estudiante y se adapta no solo a sus capacidades cognitivas, sino también a sus intereses y objetivos personales.

Mientras que en el tema de sistemas de evaluación inclusivos, la evaluación tradicional ha sido frecuentemente criticada por su rigidez

y falta de adaptabilidad. Los sistemas impulsados por IA ofrecen alternativas prometedoras para superar estas limitaciones. Como señalan Ruiz-Muñoz et al. (2025): “Las herramientas de análisis de datos pueden ofrecer información valiosa sobre los progresos y dificultades de cada alumno” (p. 192). Los sistemas de procesamiento de información educativa proporcionan luz en torno a los avances y obstáculos particulares que enfrenta cada estudiante. Esta capacidad analítica permite identificar patrones de aprendizaje individuales que pasan desapercibidos en metodologías evaluativas convencionales.

Por otro lado, la contribución de la IA a los sistemas de evaluación inclusivos reside en su capacidad para, según Guettala et al. (2024), mecanizar, individualizar y modificar instantáneamente los procedimientos relacionados con dichas actividades. Esa flexibilidad permite que estudiantes con diferentes capacidades demuestren sus conocimientos de maneras diversas, con lo que se pretende que superen las limitaciones de los formatos estandarizados que resultan restrictivos para aquellos con necesidades educativas especiales.

En el tópico de asistentes virtuales para la diversidad, los asistentes virtuales representan una de las aplicaciones más visibles de la IA en entornos educativos. Spulber (2024) destaca que las personas con restricciones físicas o de comunicación verbal es posible expresarse eficientemente gracias a soluciones tecnológicas adaptativas. Esta capacidad de facilitar la comunicación constituye un avance significativo hacia aulas más inclusivas, donde todos los estudiantes participen activamente, independientemente de sus capacidades físicas.

El impacto de estos asistentes se manifiesta en diversos aspectos del proceso educativo. Según Labadze et al. (2023), mejoran el rendimiento académico, la capacidad argumentativa manifiesta y la preservación de la información aprendida. Estos beneficios son particularmente

relevantes para estudiantes que requieren aproximaciones alternativas a los métodos de enseñanza convencionales.

No obstante, es trascendental reconocer las limitaciones actuales de esta tecnología. Hajeer, Papp-Váry y Pólya (2024) advierten que los asistentes virtuales carecen de la capacidad para proporcionar contenido afectiva y comprensión interpersonal característica de educadores de carne y hueso. Esta observación subraya la necesidad de concebir la IA como un complemento, no un sustituto, de la interacción humana en entornos educativos.

En torno a los análisis de los datos educativos, representa uno de los campos más prometedores para la aplicación de la IA en educación inclusiva. Hadinezhad et al. (2024) señalan que las plataformas impulsadas por inteligencia artificial tienen la función de identificar a los alumnos con requerimientos afectivos específicos a través de procedimientos computacionales y evaluación sistemática de indicadores estudiantiles. Esta capacidad predictiva permite intervenciones tempranas y personalizadas que es posible que prevengan el desenganche escolar.

Estas herramientas analíticas ofrecen beneficios tanto para estudiantes como para docentes. Forero y Negre (2023) destacan que poseen potencial para guiar tanto los procesos de reflexión introspectiva del profesorado como los mecanismos de valoración provenientes de otros agentes. Esta retroalimentación conduciría a mejoras continuas en las prácticas pedagógicas, con lo que se aportarían beneficios a todo el sistema educativo.

Sin embargo, Zhang (2024) advierte sobre limitaciones en cuanto a la anticipación del nivel de complejidad asociado a conceptos específicos dentro del currículo. Esta observación hace recordar que los sistemas de IA, aunque poderosos, continúan en desarrollo y deben ser implementados con un entendimiento claro de sus capacidades y limitaciones actuales.

En torno a las prácticas inclusivas éticas, la implementación de la IA en educación inclusiva debe estar fundamentada en principios éticos sólidos. Labrador-Fernández (2023) sostiene que cualquier comportamiento moral implica el compromiso de utilizar el saber científico con propósitos basados en métodos y actuaciones que preserven los organismos vivos. Esta perspectiva invita a considerar las implicaciones más amplias de la implementación tecnológica, más allá de su utilidad inmediata.

Para avanzar hacia prácticas verdaderamente inclusivas, Paquay-Simbaña et al. (2024) proponen que las comunidades educativas necesitan desarrollar normativas morales que regulen la aplicación adecuada de la inteligencia artificial. Esta responsabilidad compartida reconoce que la implementación ética de la IA requiere un diálogo permanente entre todos los actores del ecosistema educativo.

El potencial transformador de la IA ha sido destacado por Flores-Vivar y García-Peñalvo (2023), quienes identifican una capacidad extraordinaria para generar beneficios colectivos y apoyar la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Esta visión sitúa la IA educativa en un contexto más amplio de desarrollo humano sostenible, con lo que se subraya su potencial contribución a metas globales.

La adaptación a este nuevo paradigma requiere, según Sanabria (2024), una transformación sustancial que facilite la adecuación de los procesos educativos a los requerimientos contemporáneos. Este cambio debe incluir no sólo aspectos tecnológicos, sino también pedagógicos y organizacionales. Finalmente, Pérez (2024) enfatiza la importancia de desarrollar las competencias que permiten enfrentar y solucionar desafíos de manera independiente. Esto recuerda que el objetivo último de la educación, con o sin IA, debe ser el desarrollo de la autonomía y capacidad crítica del estudiante.

Como se ve en el desarrollo de este apartado, la inteligencia artificial ofrece un horizonte prometedor para la transformación de las prácticas pedagógicas hacia modelos más inclusivos y personalizados. Sin embargo, como se ha argumentado a lo largo de este análisis, su implementación debe realizarse desde una perspectiva ética que garantice el respeto a la diversidad, la privacidad y la equidad educativa. El potencial de la IA para personalizar el aprendizaje, enriquecer los sistemas de evaluación, facilitar la comunicación mediante asistentes virtuales y analizar datos para la mejora educativa solo se materializará plenamente si estos desarrollos tecnológicos se alinean con valores humanos fundamentales.

Conclusiones

A manera de conclusión general, se afirma que la integración de la Inteligencia Artificial en los sistemas educativos representa una transformación paradigmática que exige armonizar el desarrollo tecnológico con principios éticos fundamentales como la dignidad humana, la justicia y la equidad. Las estadísticas de la UNESCO (2023) revelan que el verdadero desafío no es meramente tecnológico, sino de acceso equitativo, con un 72% de los estudiantes más vulnerables excluidos del aprendizaje a distancia durante la pandemia y solo un 40% de las escuelas primarias con acceso a Internet. Cualquier visión prospectiva debe contemplar estrategias para superar esta brecha digital en términos de acceso, capacitación y apropiación tecnológica.

La ética emerge como brújula indispensable para enfrentar las disyuntivas que plantean las tecnologías educativas emergentes. Las tendencias discriminatorias algorítmicas representan un riesgo significativo de amplificar desigualdades existentes, por lo que resulta imperativo establecer normativas deontológicas para la correcta imple-

mentación de sistemas inteligentes artificiales. Este imperativo ético no constituye un freno al desarrollo tecnológico, sino su orientación hacia un horizonte humanista donde la tecnología sea un medio para construir sociedades más justas, inclusivas y sostenibles.

En este contexto, el docente adquiere un papel renovado e insustituible como agente ético fundamental y mediador crítico entre las herramientas digitales y el proceso formativo integral. El modelo de Conocimiento Ético Tecnológico Pedagógico Disciplinar (CETPD) propuesto ofrece un marco integrador que reconoce la dimensión ética como componente esencial de la competencia docente en entornos digitales. La educación inclusiva en la era digital no será el resultado de algoritmos sofisticados, sino de educadores éticamente comprometidos que utilicen la tecnología para potenciar, nunca para sustituir, la relación humana que constituye la esencia misma del acto educativo.

Capítulo

5

*Videojuegos para reforzar
el cálculo mental*



Introducción

El Cálculo Mental se caracteriza porque se hace de cabeza, es más rápido y se apoya en las propiedades de los números y de las operaciones aritméticas. Para conseguir buenos resultados en el empleo del cálculo mental es muy importante el interés y la concentración, que nos permitirán desarrollar ciertas habilidades con los números (orden de actuación, descomposición, recolocación, etc.), que mejorarán sensiblemente con la práctica diaria.

El cálculo mental requiere el uso de un grupo de habilidades que permiten realizar operaciones matemáticas “en la cabeza”, sin usar lápiz y papel o una calculadora. Una de estas habilidades es recordar datos matemáticos como que $8 \times 5 = 40$. Otras destrezas incluyen redondear números y hacer cálculos estimados.

Hacer cálculos matemáticos requiere tener buena memoria. Los datos matemáticos y otros conceptos numéricos tienen que recuperarse de la memoria a largo plazo. Nuestro cerebro también utiliza una destreza llamada memoria funcional para llevar un registro de los pasos necesarios para resolver un problema matemático en particular.

La necesidad de trabajar en el aula el Cálculo Mental, cada vez con mayor redundancia, se plasma en la comunidad educativa mediante las diferentes organizaciones nacionales o internacionales como por ejemplo, el informe Cockcroft (1982), National Council of Teachers of Mathematics (2003), la LOE, así como con los diferentes testimonios de autores que mediante congresos, simposios, jornadas, etc., tratan este tema.

En la educación primaria se busca alcanzar una eficaz alfabetización numérica, entendida como la capacidad para enfrentarse con éxito a situaciones en las que intervengan los números y sus relaciones, permi-

tiendo obtener información efectiva, directamente o a través de la comparación, la estimación y el cálculo mental o escrito.

En esta fase de su educación, enfocarse en el cálculo mental, se espera que los alumnos: Utilicen el cálculo mental, la estimación de resultados o las operaciones escritas con números naturales, así como la suma y resta con números fraccionarios y decimales para resolver problemas aditivos y multiplicativos.

Se espera que los alumnos de primaria desarrollen un concepto positivo de sí mismos como usuarios de las matemáticas, el gusto y la inclinación por comprender y utilizar la notación, el vocabulario y los procesos matemáticos.

El libro de texto es un recurso habitual que llega a condicionar de forma importante el tipo de desarrollo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, hasta el punto de que, en muchas ocasiones, configura el currículo real del aula. Este aspecto puede deberse, tal y como afirman Moreno (2005), Pinto y González, (2004) a la ausencia de una formación didáctica de los profesores del área de matemáticas en el diseño de situaciones de aprendizaje que permitan las conexiones entre el contenido matemático con aspectos de la vida laboral para que se produzca un aprendizaje significativo y este desconocimiento hace que los profesores utilizan casi exclusivamente como único recurso en las aulas el libro de texto.

Instintivamente, el ser humano aprende jugando. Desde los primeros años de vida el niño adquiere conocimientos a través del juego. Esta característica permite al infante socializar en un entorno completamente nuevo, que lo estimula a conocer muchos aspectos de la realidad, ya que además de ser emocionante y entretenido le permite desarrollar un nivel de pensamiento creativo para enfrentar las circunstancias de la vida. El adulto tiene temor a equivocarse, mientras que un niño juega, se equivoca, lo vuelve a intentar, y de esa experiencia aprende.

Los videojuegos son aplicaciones interactivas orientadas a la diversión que, a través de algunos mandos, posibilita simular experiencias en la pantalla de un televisor, una computadora u otro dispositivo electrónico. Los videojuegos comparten varias similitudes con los juegos tradicionales y, en algunos casos, proporcionan beneficios adicionales como la interacción virtual con personas que se hallan en sitios diversos.

Estas y otras características hacen que los videojuegos sean adoptados como una herramienta que posibilita la circulación de los contenidos en los ambientes educativos tradicionales, convirtiéndose, además, en una poderosa estrategia para mejorar la calidad de la educación.

Adicionalmente, cuando se usan los videojuegos no solo se pueden traer de vuelta al aula aspectos clave en el desarrollo de los estudiantes, como la diversión y la motivación, sino además fortalecer habilidades mentales y motoras. También se cree que el proceso de aprendizaje se hace más profundo que el tradicional, debido a la aplicación del principio denominado “aprender haciendo”.

Por tal motivo, cuando se usan los videojuegos como estrategia de aprendizaje, se espera que los estudiantes entiendan, asimilen y apropien con más facilidad las temáticas orientadas por los docentes.

Desarrollo

Para dar inicio al desarrollo de esta investigación, se detallan los elementos conceptuales que se recuperaron, la estrategia metodológica adoptada y, finalmente, el análisis y discusión de los resultados.

Elementos conceptuales

Realidad Virtual: En la actualidad la Realidad Virtual (RV) ha tomado bastante auge debido al bajo costo que ha tenido el despliegue de esta tecnología, lo que ha implicado que se implemente en distintas áreas como por ejemplo en el entretenimiento, la formación, la difusión, la capacitación, el diseño, la terapia y la educación. La Realidad Virtual es un campo de la visualización científica, compuesta por un conjunto de dispositivos electrónicos y objetos virtuales tridimensionales que reaccionan con la interacción del usuario de forma que se asemeje lo más posible a la realidad (Pérez, Zabre y Islas, 2004). Estos elementos en conjunto pueden generar dos tipos de RV: inmersiva y no inmersiva, ambas dando la posibilidad de simular y apoyar a las necesidades que resulten difíciles o poco convenientes el ser humano en la vida real.

Videojuegos en realidad virtual de ejercicios de cálculo mental para celulares

Las matemáticas están presentes de una manera continua en nuestra vida cotidiana. Incluso el acto más simple es, en última instancia, un cálculo matemático. A veces, de repente, surgen preguntas como las siguientes: ¿En cuántas porciones dividir las pizzas para cenar?, ¿Qué cambio nos tienen que dar cuando se compra algo?

Por ello, el cálculo mental es una herramienta que se debe manejar con agilidad. Sin embargo, la mayoría de los niños suelen llevarse las manos a la cabeza cuando se les habla de números. Se pretende que los niños puedan practicar matemáticas, sin darse cuenta, mientras se divierten. Por ejemplo: FIETE MATH CLIMBER (Aplicación para Android y Apple), AB MATH LITE, QUICK BRAIN, etc.

En el ámbito de los videojuegos, se ha encontrado que la edad más adecuada para su uso es a partir de los 8 años, por lo que se pretende

crear una herramienta de este para cálculo mental. El de los idiomas es más fácil ya que le resulta más sencillo identificar los objetos que le piden. Pero tener que resolver la operación rápido, encontrar la respuesta en la pantalla y disparar le cuesta bastante más.

El aprovechar lo atractivo que pueda ser para un niño la tecnología es algo evidente, observan usar móviles, tabletas, computador e incluso electrodomésticos inteligentes. Así que para ellos es algo natural. El poder trabajar para que utilicen la tecnología podrá despertar un mayor deseo y usar la tecnología como apoyo. No se trata de darles el móvil y despreocuparse. Todo lo contrario.

Metodología.

Este tipo de investigación se le considera como aplicada, ya que está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, en este caso, en el de medir el impacto que tienen los videojuegos aplicados para el reforzamiento del Cálculo Mental.

La primera parte del planteamiento del trabajo, es la elaboración de una revisión bibliográfica y actualización teórica de los trabajos y contenidos de Cálculo Mental que son usados en educación primaria y secundaria. Así, se contrastará lo que se abarca en los currículums oficiales con el contenido de los libros de texto, para poder diseñar una propuesta de realidad virtual basada en aprendizaje móvil.

Derivado de esto, se abordará el diseño de un instrumento para poder obtener información que permita conocer los resultados de la variedad de estrategias cognitivas empleadas por alumnos al practicar actividades de cálculo mental, por lo que se presenta una propuesta de un instrumento de diagnóstico del desempeño en tareas de cálculo mental que se pretende aplicar a una muestra de alumnos de escuelas primarias públicas de la ciudad de Pachuca Hidalgo.

Con este instrumento, se podrá tener información de una primera versión con la cual se diseñará la herramienta digital con más fundamento y poder ser una aplicación que permite evaluar el desempeño de los alumnos, incluyendo sus tiempos de respuesta.

Lo que también se busca es poder analizar la correlación entre el desempeño en las tareas propuestas (porcentaje de aciertos y tiempos de respuesta) sin usar la aplicación digital y posterior a su uso, verificar el rendimiento escolar promedio en matemáticas.

Análisis y discusión de resultados

Se aplicó el instrumento de evaluación a una muestra de 13 profesores, posteriormente se realizó el análisis derivado de las respuestas que dieron a dicho instrumento, dando como resultado los siguientes hallazgos:

El 92.3% de los profesores encuestados consideran que los alumnos han perdido interés en el cálculo mental por la llegada de calculadoras, computadoras y teléfonos celulares, mientras que el 7.7% restante considera que es porque ya no está incluido en el currículo.

El 84.6% de los profesores opina que para que la resolución de una operación aritmética se pueda convertir en cálculo mental es cuando se analizan todas las opciones para resolverla y se opta por una para resolverla con la cabeza, el 7.7% considera que es cuando se elige un método tradicional y se utiliza una calculadora para hacer la operación, el 7.7% restante considera que es cuando se utiliza papel y lápiz para realizar los cálculos.

El 84.6% de los profesores encuestados consideran que es importante el cálculo mental porque es una de las competencias básicas que

sirve para mantener en forma la mente, mientras que el 15.4% restante opina que la importancia del cálculo mental radica sólo porque algunos profesores así lo prefieren.

El 84.6% de los profesores encuestados opina que uno de los beneficios que nos brinda el cálculo mental es que ayuda a aumentar la rapidez mental, el 7.7% considera que es el memorizar procedimientos aritméticos y el 7.7% consideró que es el hecho de que el cálculo mental se puede usar pocas veces.

Con respecto a las respuestas que dieron los profesores encuestados acerca de cuál es el principal enemigo del cálculo mental, se encontró que el 84.6% considera que es el aprendizaje donde se fomenta la memorización y velocidad para realizar cálculos matemáticos, el 7.7% opina que es el cálculo de las operaciones aritméticas con la cabeza y el 7.7% restante considera que es por la aplicación del cálculo mental en la mayoría de las cosas.

Estos resultados nos muestran que tal y como establecen los currículum oficiales, desarrollar y aplicar estrategias personales de cálculo mental es una de las competencias básicas que deben adquirir los alumnos de primaria y secundaria. Lo esencial es que los estudiantes comprendan que hay diferentes modos de trabajar con los números y que tan sólo tienen que escoger el más apropiado para cada cálculo.

La práctica del cálculo mental contribuye a adquirir la comprensión y sentido del número, proporciona versatilidad e independencia de procedimientos y ayuda en la reflexión para decidir y elegir. Este método “despierta el interés y la capacidad de concentración”.

Conclusiones

Es conveniente realizar esta investigación ya que servirá para conocer el impacto de las TIC, concretamente, aplicaciones móviles de realidad virtual y videojuegos para el cálculo mental en el logro de las competencias matemáticas, en las escuelas primarias y secundarias generales públicas del estado de Hidalgo; con la intención de mejorar los niveles educativos en este nivel.

El estado de Hidalgo es uno de los estados más pobres de México, curiosamente, los indicadores a nivel nacional en el ámbito educativo reflejan que su posición no está dentro de los últimos lugares, sin embargo, en varios rubros educativos no destaca, por lo que contar con información para la toma de decisiones que permita implementar mejoras en el ámbito de la educación básica en el nivel de primarias y secundarias generales públicas tendrá un impacto social para la mejora educativa.

Lo anterior tiene una relevancia social que permite convertir en tarea prioritaria para el sistema educativo el que los docentes de primaria y secundaria, utilicen las TIC como herramientas de apoyo y complemento en su tarea educativa, cumpliendo reducir considerablemente los tiempos de transiciones para llevar a cabo actividades dentro de las aulas de clase, disminuyendo de igual forma insumos y recursos, que en muchas ocasiones nunca se utilizan durante un periodo de clases ordinal.

Así los beneficiarios antes mencionados también se sumergen a la actualización innovadora dentro de una era tecnológica actual. Las TIC, concretamente aplicaciones móviles de realidad virtual y videojuegos para el cálculo mental son fundamentales para el desarrollo económico, político y social de los países, y cobran sentido ante la existencia de la economía del conocimiento. La ausencia de una política del uso adecuado de las TIC en la escuela pública, aumenta la desigualdad entre los países y las personas.

Capítulo

6

Inteligencia artificial como estrategia de inclusión educativa en la educación superior para personas con discapacidad visual



Introducción

La inclusión educativa constituye uno de los principales desafíos para los sistemas de educación superior en México y América Latina. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2023), más de 2.2 mil millones de personas viven con algún grado de deficiencia visual, lo que impacta de manera directa en sus oportunidades educativas y laborales. En el caso de México, el INEGI (2022) señala que aproximadamente el 5% de la población presenta algún tipo de discapacidad, siendo la visual una de las más prevalentes.

Si bien en los últimos años se han impulsado políticas orientadas a la inclusión, persisten limitaciones significativas en cuanto a recursos tecnológicos adaptados a las necesidades de este sector. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ofrecen un gran potencial y, dentro de ellas, la Inteligencia Artificial (IA) emerge como una herramienta clave para el desarrollo de aplicaciones accesibles. No obstante, aún existe una brecha considerable entre los avances tecnológicos y su aplicación efectiva en entornos educativos inclusivos.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar y evaluar una aplicación basada en técnicas de IA para apoyar a estudiantes con discapacidad visual, analizando el desempeño de modelos de *deep learning* en la identificación y descripción de objetos. La hipótesis central plantea que la integración de modelos de IA favorece la accesibilidad y promueve la autonomía de los estudiantes en el ámbito de la educación superior.

Problemática

La investigación se centra en la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, institución que enfrenta el desafío de fortalecer su infraestructura y ampliar los espacios de investigación orientados al desarrollo de soluciones tecnológicas y pedagógicas que promuevan la inclusión. Estos avances permitirían potenciar el talento diverso de la comunidad estudiantil y aprovechar al máximo sus aportaciones académicas y culturales. Disponer de estos recursos resulta fundamental para mantener la competitividad frente a otras instituciones y consolidar su posicionamiento entre futuros estudiantes.

Asimismo, la comunidad universitaria se enriquece con las habilidades y perspectivas que aportan los distintos grupos, lo que contribuye a generar un ambiente seguro sustentado en la inclusión y la diversidad, y a fomentar prácticas que favorezcan un ecosistema de bienestar integral. Este enfoque posibilita la eliminación de estigmas e impulsa la innovación en los procesos educativos dentro del aula, fortaleciendo un desarrollo constante y equitativo para todas y todos (Gupta y Zhao, 2020).

En este contexto, se plantea que la aplicación de técnicas de inteligencia artificial, implementadas a través de una aplicación web accesible desde dispositivos móviles y en entornos controlados, puede facilitar el acceso a la educación superior de personas con discapacidad visual, mejorando su experiencia formativa dentro de la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo.

Pregunta de investigación

¿De qué manera puede desarrollarse un algoritmo de inteligencia artificial que facilite la inclusión de estudiantes con discapacidad visual en el programa de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, promoviendo la diversidad y la equidad dentro de la comunidad estudiantil?

Objetivo

Desarrollar un algoritmo de inteligencia artificial que habilite el acceso a la educación superior de estudiantes con discapacidad visual en el programa de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, favoreciendo la inclusión y la diversidad en la comunidad universitaria.

Hipótesis

El desarrollo de un algoritmo de inteligencia artificial enfocado en la educación superior, específicamente en la Ingeniería en Tecnologías de la Información, facilitará el acceso y la participación de estudiantes con discapacidad visual en las aulas de la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, promoviendo la inclusión y la diversidad dentro de la comunidad estudiantil.

Estado del arte

Diversos estudios recientes han destacado el potencial de la IA en el ámbito de la educación inclusiva. Por ejemplo, las redes neuronales convolucionales (CNN) han demostrado eficacia en el reconocimiento de patrones visuales, lo que facilita el diseño de aplicaciones para personas con discapacidad visual (Zhang et al., 2021; Kumar y Mapoli, 2020).

En América Latina, iniciativas de accesibilidad digital aún son incipientes. Proyectos como el uso de asistentes virtuales o lectores de pantalla basados en IA han mostrado resultados prometedores, pero su integración en universidades es limitada (Díaz et al, 2023). Investigaciones sobre MobileNet y AlexNet aplicados a problemas de visión por computadora evidencian que MobileNetV2 ofrece un equilibrio entre precisión y bajo costo computacional, ideal para dispositivos móviles (Dong et al., 2019).

No obstante, pocos estudios han explorado estas aplicaciones en contextos educativos reales de México, lo que abre una oportunidad de contribución científica y práctica.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, con diseño cuasi-experimental. Se implementaron modelos de redes neuronales convolucionales para la identificación y clasificación de imágenes, evaluados en una aplicación prototipo. Una vez que se cuente con este algoritmo se podrán hacer experimentos en un grupo de discusión de tal manera que se pueda comprobar el nivel de precisión como resultado, así como la conveniencia de la implementación en estudiantes a través de una encuesta a los participantes.

Tomando en cuenta que se tienen un total de 180 alumnos activos en los cuatrimestres de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y debido a que no hay una discriminante por características de grupo o cuatrimestre, se consideró la población en su totalidad para el siguiente cálculo muestral probabilístico aleatorio simple, ya que “El muestreo aleatorio simple es apropiado cuando todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados, y se conoce el tamaño de la población.” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Para recabar la información de interés de la presente investigación y dado tanto su diseño como carácter se recurrirá al método de diseño con preprueba – posprueba y grupo de control de 123 personas que sea parte de la comunidad general de la carrera de la Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, esta división dándose por aleatoria gracias a que “la asignación aleatoria es el procedimiento más adecuado para distribuir a los participantes entre los grupos experimental y de control, ya que permite eliminar el sesgo de selección y equilibra las variables extrañas entre los grupos.” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Para el desarrollo de la aplicación se creó y entrenó una red neuronal utilizando aprendizaje supervisado, el cual requiere datos de entrenamiento antes de poder usarla. En este sentido se utilizará un conjunto de datos existente, en el sitio de TensorFlow se pueden encontrar múltiples conjuntos de datos para la clasificación de imágenes, ahí se puede utilizar el conjunto “cat_vs_dogs” que tiene aproximadamente 23 mil imágenes etiquetadas de perros y gatos.

En primera instancia, se definió un modelo de red neuronal secuencial llamado modeloDense usando Keras a la cual se le agregó una capa Flatten() para convertir las imágenes de 100x100 píxeles en un vector

de una sola dimensión, lo que permite que los datos puedan pasar a las capas densas. Luego, se añadieron dos capas `Dense()` con 150 neuronas cada una y función de activación `relu`, que ayuda al modelo a aprender patrones no lineales.

Se entrenó el modelo `modeloDense` utilizando el método `fit()` de Keras. Antes de eso, se configuró un callback de `TensorBoard` para monitorear el entrenamiento y visualizar métricas como la pérdida y la precisión durante el entrenamiento, facilitando el análisis de cómo el modelo mejora a lo largo del tiempo.

Se procedió a configurar el entrenamiento de un modelo de red neuronal convolucional para clasificar imágenes de perros y gatos. Primero, se creó una instancia de `TensorBoard`, una herramienta que permite visualizar gráficas del entrenamiento, indicando que los resultados se guardarán en la carpeta `logs/CNN2`. Después, se entrenó el modelo llamado `CNN2` utilizando los datos `x` (imágenes) y `y` (etiquetas). El entrenamiento se realizó en 100 épocas, con lotes de 32 imágenes por paso, y se reservó el 20% de los datos para validación. Además, se añadió la herramienta `TensorBoard` como una “callback” para que registre información del proceso y luego pueda analizarse visualmente el rendimiento del modelo.

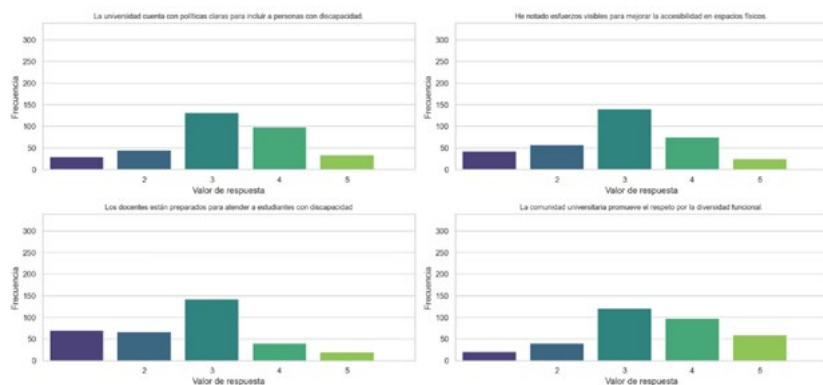
Se desarrolló una aplicación web, para alojar el modelo entrenado para que sea visualizado desde cualquier dispositivo.

Resultados

Como parte de la demostración del uso de la aplicación se procedió a abrir en un sitio web para poder usarla en un entorno de las clases involucradas en el área de Tecnologías de la Información, simulando un entorno de prácticas que se dan de manera rutinaria en un aula de clases. Los usuarios describieron el sitio web como bueno mencionando ciertas intermitencias en la identificación de los objetos. No obstante, se comprobó que las clases involucradas en el entrenamiento fueron identificadas correctamente después de ser expuestos los objetos a la aplicación.

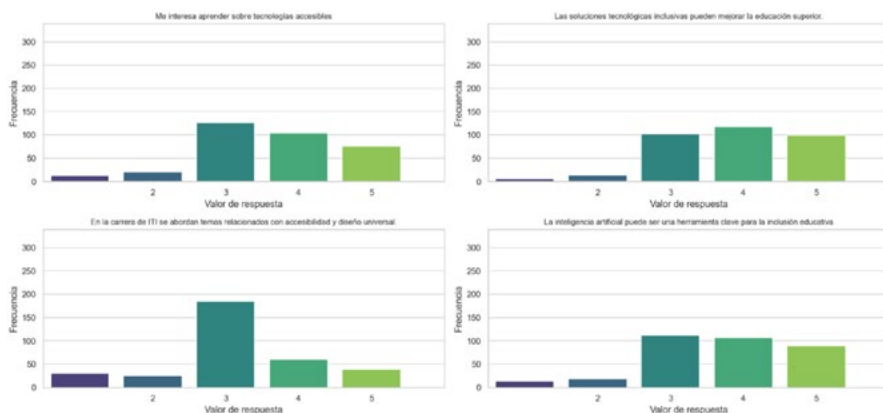
Las personas encuestadas parecen notar algunos esfuerzos por parte de la institución, tanto en la mejora de la accesibilidad física como en la promoción del respeto por la diversidad funcional. Sin embargo, estos avances no son percibidos como suficientes o contundentes. La preparación del profesorado y la claridad en las políticas institucionales también son aspectos que generan dudas o percepciones neutrales. Esto sugiere que, aunque hay una base sobre la cual construir, es necesario reforzar la comunicación, la capacitación y las acciones visibles para lograr una percepción más positiva y sólida de la inclusión dentro del entorno universitario.

1. Percepción Institucional sobre inclusión

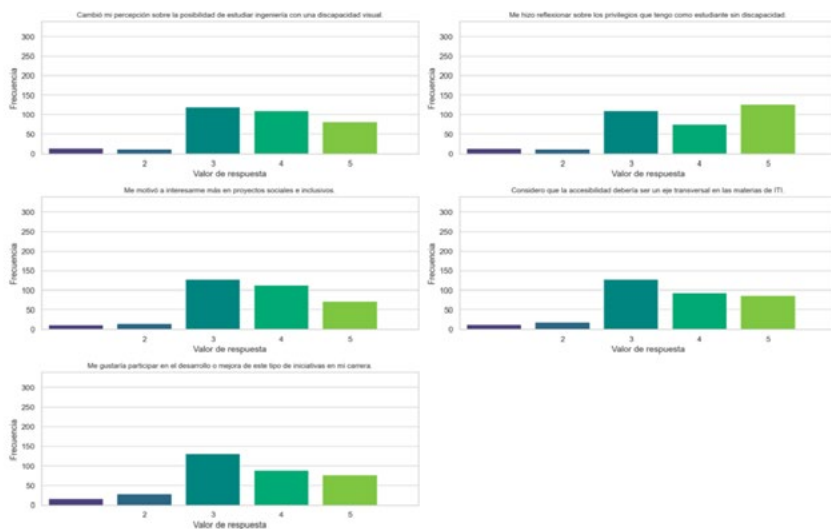


Los resultados relacionados con el conocimiento previo de accesibilidad muestran una actitud mayormente receptiva y positiva por parte de las personas encuestadas. Se percibe un interés considerable por aprender sobre tecnologías accesibles, así como una valoración positiva del papel que pueden tener las soluciones tecnológicas inclusivas y la inteligencia artificial para mejorar la educación superior y hacerla más accesible. Sin embargo, al observar la pregunta sobre si en la carrera de ITI se abordan temas de accesibilidad y diseño universal, las respuestas tienden a concentrarse en valores intermedios, lo cual sugiere que este tipo de contenidos aún no están completamente integrados o no son suficientemente visibles dentro del plan de estudios. En general, los datos indican que existe una base de interés y una percepción favorable hacia el potencial de la accesibilidad tecnológica, pero también se identifica una oportunidad clara para reforzar la formación en estos temas dentro del ámbito académico.

2. Conocimiento previo de accesibilidad



Los resultados revelan un impacto significativo en la forma en que los estudiantes perciben la inclusión, especialmente en el contexto de la ingeniería y las discapacidades. Muchos participantes reconocen que su visión ha evolucionado: algunos ahora se sienten más motivados a involucrarse en proyectos sociales e inclusivos, mientras que otros expresan un genuino interés por contribuir al desarrollo de iniciativas que fomenten la accesibilidad en su carrera. Además, la experiencia los ha llevado a reflexionar sobre sus propios privilegios como estudiantes sin discapacidad, lo que sugiere un mayor nivel de empatía y conciencia social. También se destaca la idea de que la accesibilidad no debería ser un tema aislado, sino un eje transversal en la formación en ITI, integrado de manera natural en todas las materias.



El análisis de los resultados obtenidos a partir de los modelos estadísticos, así como de las métricas de desempeño de los algoritmos de clasificación, permite establecer vínculos significativos con los planteamientos del Marco Teórico y los hallazgos identificados en el Estado del Arte. Este contraste no sólo refuerza la validez empírica de la investigación, sino que también profundiza en la comprensión del impacto que las tecnologías inclusivas pueden tener en la percepción, actitud y disposición de la comunidad estudiantil hacia la discapacidad visual en el ámbito universitario.

Discusión

Los resultados obtenidos confirman que MobileNetV2 es más adecuado para aplicaciones de accesibilidad en dispositivos de bajo costo, lo cual es esencial en contextos de inclusión educativa. La literatura revisada coincide en señalar que los modelos ligeros de IA son más factibles para implementaciones en entornos reales (Dong et al., 2019; Li et al., 2021).

No obstante, se identifican limitaciones como el tamaño del dataset, la falta de pruebas en condiciones de uso extendido y la necesidad de validar con una población más amplia de estudiantes con discapacidad visual. Además, deben considerarse aspectos éticos, como la privacidad de datos y la equidad en el acceso a las tecnologías.

En síntesis, los resultados obtenidos en este estudio refuerzan y amplían los planteamientos teóricos y empíricos revisados, demostrando que la implementación de tecnologías inclusivas como la inteligencia artificial en contextos educativos puede tener un impacto significativo en la transformación de actitudes, la construcción de una cultura de equidad y la consolidación de espacios universitarios más justos, accesibles y humanos. Este contraste evidencia que el valor de la IA en la inclusión no radica únicamente en su capacidad técnica, sino en su conexión con la experiencia del usuario, su aplicabilidad real y su potencial para generar conciencia y compromiso social en la formación profesional.

Conclusiones

El estudio demuestra que la integración de técnicas de Inteligencia Artificial, en particular MobileNetV2, favorece la inclusión educativa de estudiantes con discapacidad visual. La aplicación prototipo desarrollada permitió comprobar mejoras en la percepción de accesibilidad y autonomía de los usuarios. Esta implementación permitiría validar en campo el potencial del modelo, recoger retroalimentación directa de los usuarios finales y afinar elementos técnicos, pedagógicos y de usabilidad.

Se recomienda ampliar los estudios a mayor escala, integrar módulos de accesibilidad complementaria (lectores de texto, asistentes de voz) y fortalecer la capacitación docente en el uso de estas tecnologías. La IA, bien implementada, constituye una herramienta estratégica para avanzar hacia una educación superior inclusiva y equitativa.

Referencias

- Agüero, R. A. (2024). *Percepción ética y sociales de la inteligencia artificial en docentes y estudiantes universitarios*, Lima – 2024. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/155814>
- Akçayır, M., y Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edu-rev.2016.11.002>
- Alcalde, J., Gutiérrez, C., López, A., y Pérez, M. (2024). Sistema híbrido de apoyo al aprendizaje basado en RV e IA para estudiantes con dislexia. *Revista de Tecnología Educativa y Diversidad*, 12(1), 45–63. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.10926>
- 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>
- Baca, W. A., Jiménez, J. A., Bedón, S. R., Moreno, L. G., y Macías, M. J. (2025). La ética del docente en la era digital: privacidad, derechos de autor, y uso responsable de la tecnología. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 2191–2209. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15989
- Bendazzi, G. (2016). *Animation: A World History* (Vol. 1). CRC Press.
- Bolaño-García, M., y Duarte-Acosta, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*, 39(1), 51–63. <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., y Grover, D. (2017). Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*, 54(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2017.1404354>

- Caballero-Garriazo, M., Díaz, R., y Ramos, F. (2023). Aplicaciones de RA en el rendimiento académico universitario: Un estudio en ingeniería. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 21(2), 101–118. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3245678>
- Cai, S., Wang, X., y Chiang, F.-K. (2020). Effects of augmented reality-based multiple vocabulary learning on primary students' vocabulary memory, cognitive load and learning motivation. *Journal of Educational Computing Research*, 58(5), 1003–1041. <https://doi.org/10.1177/0735633119854031>
- Cárdenas, L., Peña, D., y Sánchez, J. (2024). Realidad Aumentada e inclusión: estudio de caso en educación superior en Colombia. *Educación y Tecnología*, 32(1), 27–38.
- Carmona, J., y Olivé, M. (2019). La atención a la diversidad. El modelo ético de la escuela inclusiva y orientadora. *Ámbitos de Psicopedagogía y Orientación*, 50(3a. época), 110-122.
- Comisiones Unidas de Educación y de Atención a Grupos Vulnerables. (2021). *Decreto por el que se adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Educación*. México.
- Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad. (2021). *Conadis*. <https://www.gob.mx/conadis>
- Diario Oficial de la Federación. (2011). *Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad*. México.
- Diario Oficial de la Federación. (2019a). *Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de los artículos 30., 31 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia educativa*. México.

- Diario Oficial de la Federación. (2019b). *Ley General de Educación*. México.
- Díaz-Parra, O., Xicotencatl-Pérez, J. M., Ramos-Fernández, J. C., Porfirio Espejel-Flores, Toledo-Navarro, Y., Ruiz-Vanoye, J. A., Simancas-Acevedo, E., y Aguilar-Ortiz, J. (2023). Smart White Cane for Visually Impaired People for Hearing Recreation in Tourist Environment. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, 14(2), 3–17. <https://doi.org/10.61467/2007.1558.2023.v14i2.348>
- Dong, K., Ruan, Y., Zhou, C., y Li, Y. (2019). MobileNetV2 model for image classification. *International Conference of Information Technology and Computer Application (ITCA)*. <https://conferences.computer.org/ictapub/pdfs/ITCA2020-6EliKprXTS23UiQ2usLpRo/114100a476/114100a476.pdf>
- Eaton, E., Koenig, S., Schulz, C., Maurelli, F., Lee, J., Eckroth, J., Crowley, M., Freedman, R. G., Cardona, R. E., Machado, T., y Williams, T. (2018). Blue Sky Ideas in Artificial Intelligence Education from the EAAI 2017 New and Future AI Educator Program. *AI Matter*, 3(4), 23-31. <https://www.redalyc.org/journal/3314/331475280017/>
- Echeita, G., y Ainscow, M. (2011). La educación inclusiva como derecho. Marco de referencia y pautas de acción para el desarrollo de una revolución pendiente. *Tejuelo. Revista de Didáctica de la Lengua y la Literatura*, 12, 26-46.
- Flores-Vivar, J. M., y García-Peñalvo, F. J. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4). *Comunicar*, 31(74), 37-47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- FOR-DYS-VAR. (2021). *FORDYSVAR: Realidad virtual y aumentada para alumnado con dislexia*. Proyecto Erasmus+. <https://fordysvar.eu/>

- Forero-Corba, W., y Negre-Bennasar, F. (2024). Técnicas y aplicaciones del Machine Learning e Inteligencia Artificial en educación: una revisión sistemática. *RIED*, 27(1). <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37491>
- Gallent-Torres, C., Zapata-González, A., y Ortego-Hernando, J. L. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 29(2), 1-20.
- Gálvez, G., Cosmelli, D., Cubillos, L., Leger, P., Mena, A., Tanter, É., Flores, X., Luci, G., Montoya, S., y Soto-Andrade, J. (2011). Estrategias cognitivas para el cálculo mental. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 14(1), 9-40. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362011000100002
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., y Rodríguez-Conde, M. J. (2020). Realidad aumentada para apoyar la inclusión educativa: una revisión del estado del arte. *Education in the Knowledge Society*, 21, e23247. <https://doi.org/10.14201/eks.23247>
- Gobierno de México. (2020). *Programa Sectorial de Educación 2020-2024*. Secretaría de Educación Pública.
- Gómez-Trigueros, I. M., y Ortega-Sánchez, D. (2022). El conocimiento ético profesional docente y su presencia en la inclusión de las tecnologías en el contexto educativo presente. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (80). <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2345>
- Gonza, M., Fernández, P., y Rivas, T. (2024). Revisión sistemática sobre el impacto de la realidad aumentada en la educación inclusiva. *Revista Iberoamericana de Educación y Tecnología*, 19(1), 78-94. <https://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.656>

- Guettala, M., Bourekkache, S., Kazar, O., y Harous, S. (2024). Generative artificial intelligence in education: Advancing adaptive and personalized learning. *Acta Informatica Pragensia*, 13(3), 460-489. <https://doi.org/10.18267/j.aip.235>
- Gupta, A., y Zhao, Y. (2020). Advancing Accessibility: The Transformative Role of Technology in Empowering Individuals with Visual Impairment. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Data Science*, 1(1), 431-430. <https://doi.org/10.51219/JAIMLD/yijia/119>
- Hadinezhad, S., Garg, S., y Lindgren, R. (2024). Enhancing Inclusivity: Exploring AI Applications for Diverse Learners. In *Trust and Inclusion in AI-Mediated Education* (pp. 163-182). Springer. https://www.researchgate.net/publication/384411698_Enhancing_Inclusivity_Exploring_AI_Applications_for_Diverse_Learners
- Hajeer, A., Papp-Váry, Á., y Pólya, É. (2024). AI Tutors vs. Human Instructors: Perceptions of Higher Education Students in Hungary and Spain. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (89), 1-16. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3523>
- Hernández Hernández, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hutchins, D. (2017). How Artificial Intelligence is Boosting Personalization in Higher Education. *EdTech*. <https://bit.ly/2ZmCgyM>
- INEGI. (2022). *Estadísticas sobre discapacidad en México*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Kelly, V. (2011). *Educación y tecnologías digitales*. Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (SITEAL), IIPÉ UNESCO.
- Kircher, A. (1646). *Ars Magna Lucis et Umbrae*. (Obra clásica, sin DOI disponible).

- Kumar, K., y Mapoli, P. (2020). An intelligent Assistant for the Visually Impaired y blind people using machine learning. *International Journal of Imaging and Robotics*, 20(3). <https://www.researchgate.net/publication/342561852>
- Labadze, L., Grigolia, M., y Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(56). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
- Labrador-Fernández, J. G. (2023). Implicaciones éticas de la Inteligencia Artificial en las Ciencias de la Educación. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 8(16), 1-3. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2545>
- Li, F., Zhang, Y., y Cosman, P. (2021). MMMNet: An End-to-End Multi-task Deep Convolution Neural Network with Multi-scale and Multi-hierarchy Fusion for Blind Image Quality Assessment. *Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2021.3055197>
- López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., Fuentes-Cabrera, A., y Romero-Rodríguez, J. M. (2021). Augmented reality in education: Scientific mapping and research trends. *Education Sciences*, 11(9), 480. <https://doi.org/10.3390/educsci11090480>
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., y González-Marrero, A. (2022). Inclusión de estudiantes con TEA en entornos virtuales: diseño de actividades con RV. *Revista de Educación Inclusiva*, 15(1), 65–82.
- Mishra, P., y Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://pdfs.semanticscholar.org/977d/8f707ca1882e093c4ab9cb7ff0515cd944f5.pdf>

- Moreno Bayardo, M. G. (2005). Potenciar la educación. Un currículo transversal de formación para la investigación. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 3(1), 520-540.
- Moro, C., Saini, B., y Alvarado, L. (2023). Enhancing spatial reasoning in university students using augmented reality. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(11), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00361-1>
- Mubasher, M., y Mirza, T. (2021). The Digital Literacy in Teachers of the Schools of Rajouri (JyK)-India: Teachers Perspective. *International Journal of Education and Management Engineering*, 1, 28-40. <https://doi.org/10.5815/ijeme.2021.01.04>
- Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*.
- Naciones Unidas. (2019). *Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2005). *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos*. UNESCO.
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *World Report on Vision*.
- Pagliara, S., Militello, M., Conati, C., Sansone, N., Schmitz, A., y Stranges, F. (2024). The Integration of Artificial Intelligence in Inclusive Education: A Scoping Review. *Information*, 15(12), 774. <https://doi.org/10.3390/info15120774>

- Paguay-Simbaña, M. Y., Jimenez-Abad, D., Quiliguango-Lanchimba, V. F., Maynaguez-Canacuan, M. P., Coello-García, C. D. A., y Coello-Ortiz, S. M. (2024). La ética en el uso de la inteligencia artificial en los procesos educativos. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 1(4), 145-158. <https://doi.org/10.53877/rc.8.19e.202409.12>
- Pérez-Ramírez, M. (2004). Realidad Virtual: Un panorama general. *Boletín IIE*, 28, 39-44. <https://www.elabueloeduca.com/aprender/matematicas/calculomental/calculomental.html>
- Pinagorte, M., García, L., y Castillo, A. (2025). Análisis de barreras en la implementación de tecnologías inclusivas en la educación superior: revisión cualitativa. *Revista de Innovación Educativa*, 28(2), 133–155.
- Pinto Sosa, J. E., y González Astudillo, M. T. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en el profesor de matemáticas: ¿una cuestión ignorada? *Educación matemática*, 20(3), 83-100. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-58262008000300005
- Proyecto VRiRV. (2023). *Universidad de Burgos: Proyecto de Realidad Virtual inmersiva para la diversidad funcional*. <https://www.ubu.es/proyecto-vrivr>
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Reich, J., y Ito, M. (2017). *From Good Intentions to Real Outcomes: Equity by Design in Learning Technologies*. Digital Media and Learning Research Hub.

- Rodríguez-García, J. D., Moreno, J. M., Román, M., y Robles, G. (2021). Evaluation of an Online Intervention to Teach Artificial Intelligence with LearningML to 10-16-Year-Old Students. *SIGCSE '21*, Virtual Event, USA. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432393>
- Roget, P. M. (1824). Explanation of an optical deception in the appearance of the spokes of a wheel seen through vertical apertures. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 114, 131-140
- Ruiz-Muñoz, G. F., Cruz-Navarrete, E. L., Paz-Zamora, Y. E., y Narváez-Vega, E. A. (2025). Educación inclusiva con inteligencia artificial (IA): personalización curricular para estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE). *Revista Social Fronteriza*, 5(3), e704. [https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(3\)704](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(3)704)
- Salgado, P., y Ibeas, A. (2021). Realidad virtual inclusiva: diseño de entornos accesibles en educación superior. *Revista Española de Pedagogía*, 79(280), 61-78. <https://doi.org/10.22550/REP79-1-2021-03>
- Sanabria Picado, H. (2024). Desafíos y Oportunidades en la Integración de Tecnologías Emergentes en la Educación: Un Análisis para Costa Rica y el Contexto Internacional. *UCA. Profesional*, 8(3), 39-41.
- Sandoval Jarro, B. D., Zapata Valverde, Y. F., Vicente Merino, J. M., Saavedra Ortiz, V. L., Guaján Otavalo, B. A., y Guayllas Morocho, A. J. (2025). Inteligencia artificial como herramienta educativa en contextos escolares. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 3359-3376. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16089
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Acuerdo número 592 por el que se establece la Articulación de la Educación Básica*. SEP.
- Secretaría de Educación Pública. (2020). *Agenda Digital Educativa*. SEP.

- Serrano, J. L., y Moreno-García, J. (2024). Inteligencia artificial y personalización del aprendizaje: ¿innovación educativa o promesas recicladas? *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (89), 1-17. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3577>
- Spulber, D. (2024). AI in inclusive education which differences in research trend. *Geopolitical, Social Security and Freedom Journal*, 7(1), 85-99. <https://doi.org/10.2478/gssfj-2024-0007>
- Taveras, L. C., Paz, A., Silvestre, E., Montes, A., y Figueroa, V. (2021). Satisfacción de los estudiantes universitarios con las clases virtuales adoptadas en el marco de la pandemia por COVID-19. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 10(2), 139-162. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v10i2.12908>
- UNESCO. (1994). *Informe Final. Conferencia mundial sobre necesidades educativas especiales: acceso y calidad*. UNESCO/Ministerio de Educación y Ciencia.
- UNESCO. (2008). *La educación inclusiva: el camino hacia el futuro. Conferencia Internacional de Educación, 48ª reunión*. UNESCO.
- UNESCO. (2015). *Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*. UNESCO.
- UNESCO. (2023). *Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2023: Tecnología en la educación: ¿Una herramienta en los términos de quién?* UNESCO.
- UNESCO. (2024, 17 de mayo). *El uso de la IA en la educación: decidir el futuro que queremos*. <https://www.unesco.org/es/articles/el-uso-de-la-ia-en-la-educacion-decidir-el-futuro-que-queremos>

Wang, D., Hou, H., Zhan, Z., Xu, J., Liu, Q., y Ren, G. (2015). A problem solving oriented intelligent tutoring system to improve students' acquisition of basic computer skills. *Computers y Education*, 81, 102-112. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.003>

Zhang, S., Zhao, X., Zhou, T., y Kim, J. H. (2024). Do you have AI dependency? The roles of academic self-efficacy, academic stress, and performance expectations on problematic AI usage behavior. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 21-34. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00467-0>



Religación
Press
Ideas desde el Sur Global



Religación
Press

ISBN: 978-9942-594-68-6



9 789942 594686