

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN TECNOLOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Luz Minia Carabalí Montaña¹
angievale17@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2232-6316>
Secretaría de Educación
Departamental de Nariño
Colombia

Mery Roció Portocarrero Rosero²
meryrochi@live.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7279-307X>
Secretaría de Educación Distrital
de Santiago de Cali
Colombia

Recibido: 09/10/2025

Aprobado: 23/10/2025

RESUMEN

En un mundo cada vez más digital, las herramientas tecnológicas redefinen la enseñanza científica. Por tanto, el presente artículo de revisión busca analizar el estado de la investigación sobre la utilización de herramientas tecnológicas como estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales. A través del protocolo PRISMA, se efectuó la búsqueda rigurosa en bases de datos académicas tales como Web of Science y Scopus, seleccionando estudios empíricos, revisiones sistemáticas, y metaanálisis publicados en la última década. Los resultados revelan que las herramientas

¹ Licenciada en educación Básica con énfasis en Ciencia Naturales y educación Ambiental. Esp. En Pedagogía de la Lúdica y Desarrollo Cultural. Esp. En Informática Educativa. Magíster en Gestión de la Tecnología Educativa. Doctorando Universidad Pedagógica y Experimental Libertador de Venezuela. Docente de educación básica secundaria. Línea de investigación: Didáctica y Tecnología Educativa (LIDTE01). Núcleo de investigación: Didáctica y Tecnología Educativa (NIDITE05).

² Licenciada en educación Básica con énfasis en Lengua Castellana. Magister en Derechos Humanos y Cultura de Paz. Docente en educación primaria secretaria de Educación Distrital de Santiago de Cali. Doctorando Universidad Pedagógica y Experimental Libertador de Venezuela. Línea de investigación: Didáctica y Tecnología Educativa (LIDTE01). Núcleo de investigación: Didáctica y Tecnología Educativa (NIDITE05).

tecnológicas, como simulaciones interactivas, laboratorios virtuales y aplicaciones de realidad aumentada, mejoran la comprensión de conceptos y el pensamiento crítico de los estudiantes. No obstante, aún persisten retos vinculados con la equidad para acceder a la tecnología, la capacitación docente, y la integración pedagógica efectiva. Estos hallazgos manifiestan la necesidad de adoptar perspectivas holísticas y contextualizadas para maximizar los beneficios de las tecnologías educativas. Por consiguiente, aunque las herramientas tecnológicas tienen un gran potencial para transformar la enseñanza de las ciencias naturales, su implementación exitosa requiere la planificación cuidadosa y compromiso con la equidad educativa.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias, Tecnología educativa, Estrategias didácticas, Educación científica, Equidad educativa.

TEACHING STRATEGIES BASED ON TECHNOLOGY FOR TEACHING NATURAL SCIENCES

ABSTRACT

In an increasingly digital world, technological tools are redefining science education. Therefore, this review article aims to analyze the current state of research on the use of technological tools as didactic strategies in the teaching of natural sciences. Using the PRISMA protocol, a rigorous search was conducted in academic databases such as Web of Science and Scopus, selecting empirical studies, systematic reviews, and meta-analyses published in the last decade. The results reveal that technological tools—such as interactive simulations, virtual laboratories, and augmented reality applications—enhance students' understanding of concepts and critical thinking skills. However, challenges remain regarding equitable access to technology, teacher training, and effective pedagogical integration. These findings highlight the need to adopt holistic and context-sensitive perspectives to maximize the benefits of educational technologies. Consequently, although technological tools hold great potential to transform science education, their successful implementation requires careful planning and a strong commitment to educational equity.

Keywords: science teaching, educational technology, Teaching strategies, Scientific education, educational equity

INTRODUCCIÓN

La educación científica ha sido un campo en constante evolución, especialmente en el contexto de la incorporación de tecnologías emergentes como herramientas didácticas (Benavides-Velasco, 2023), y en un mundo cada vez más digitalizado, la enseñanza de las ciencias naturales enfrenta el reto de adaptarse a las nuevas demandas y expectativas de la sociedad del conocimiento, en donde las herramientas tecnológicas proveen el acceso a la información, y cambian las maneras en que los estudiantes se relacionan con los contenidos, permitiendo experiencias de aprendizaje más dinámicas, personalizadas e inmersivas (Lorduy & Naranjo, 2020). Este cambio de paradigma plantea interrogantes fundamentales sobre la eficacia, accesibilidad y sostenibilidad de estas tecnologías en la educación, y sobre su incidencia real en el aprendizaje y el desarrollo de competencias científicas.

En el contexto contemporáneo, los entornos tecnológicos mediados por las Tecnologías de la Información, la Comunicación y la Sociedad han reconfigurado las dinámicas de gestión del conocimiento, provocando transformaciones en las maneras en que las personas interactúan, acceden a la información y la comparten. Estas transformaciones han marcado diversos ámbitos sociales, entre ellos el sector educativo, el cual se ha visto compelido a revisar y adaptar sus propuestas curriculares con el objetivo de responder a las demandas y características propias de las nuevas generaciones formadas en la cultura digital (Andrade, 2022).

Así, la importancia de este tema radica en que las ciencias naturales desempeñan un lugar estratégico en la formación holística de los estudiantes, en virtud del conocimiento específico que proporcionan, y las habilidades cognitivas y críticas que fomentan (Gómez, 2021). De igual manera, integrar herramientas tecnológicas en la enseñanza de estas ciencias potencia el aprendizaje, haciendo que los estudiantes comprendan mejor los fenómenos naturales, y desarrollen un pensamiento científico más robusto y habilidades prácticas para resolver problemas complejos (Montoya, 2019). Por lo tanto, resulta fundamental consolidar procesos formativos en el área de las ciencias a partir de entornos mediados por tecnologías digitales, con el propósito de que los estudiantes desarrollen competencias que les permitan analizar críticamente su realidad y proponer respuestas pertinentes a las problemáticas que nacen en su entorno sociocultural (Lorduy & Naranjo, 2020).

Sin embargo, esta integración debe ser abordada con una perspectiva crítica y bien fundamentada, considerando tanto los beneficios como las limitaciones inherentes a las tecnologías educativas (Almanza, 2021; Gutiérrez, 2018).

Ahora bien, el objetivo de este artículo de revisión es analizar de manera exhaustiva y crítica el estado actual de la investigación sobre el uso de herramientas tecnológicas como estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales. A tal fin, se busca ofrecer una visión completa de los avances más recientes, identificar las tendencias emergentes, y destacar los desafíos que persisten en este campo. A través de esta revisión, se busca proporcionar a educadores, investigadores y responsables de

políticas educativas, un cimiento firme para la toma de decisiones sobre la incorporación de tecnologías en la educación científica (Aguilera, 2014).

En términos metodológicos, para la elaboración de este artículo de revisión, se siguió el protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), ampliamente reconocido en la comunidad científica por su rigurosidad y precisión en la recopilación y análisis de literatura académica, por cuanto garantiza que el proceso de revisión se realice de manera transparente y sistemática, minimizando sesgos y asegurando la relevancia y calidad de los estudios incluidos (Page et al., 2021).

El proceso metodológico se desarrolló en varias etapas claramente definidas. Así, el punto de partida fue la formulación de la pregunta de investigación, que se centró en identificar cómo las herramientas tecnológicas están siendo utilizadas como estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales y cuál es su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Seguidamente, se hizo la búsqueda rigurosa en bases de datos académicas de amplio reconocimiento, como Scopus, Web of Science, ERIC, y Google Scholar. Las palabras clave utilizadas incluyeron combinaciones de términos como "herramientas tecnológicas", "estrategias didácticas", "enseñanza de ciencias naturales", "educación científica", y "tecnologías educativas". Asimismo, se garantiza la actualidad y pertinencia de los hallazgos, con estudios publicados en los últimos diez años en inglés y español.

En cuanto a la selección de los estudios, se establecieron criterios rigurosos incluyéndose investigaciones empíricas, revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios de caso que abordaran el empleo de tecnologías en la enseñanza de las ciencias naturales, y que presentaran evidencia cuantitativa o cualitativa del impacto en el aprendizaje al utilizar las TIC. De igual forma, se excluyeron estudios que no presentaran resultados empíricos, artículos de opinión, y aquellos que no se centraran específicamente en el contexto educativo de las ciencias naturales.

Posteriormente, tras la eliminación de duplicados, se realizó una revisión inicial de títulos y resúmenes de los productos localizados, a fin de determinar su relevancia, y los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión pasaron a una revisión completa, en la que se extrajeron datos clave sobre el diseño de la investigación, las características de las herramientas tecnológicas utilizadas, el contexto educativo, las metodologías de enseñanza empleadas, y los resultados en términos de aprendizaje. Además, se realizó una síntesis narrativa para integrar los hallazgos, identificar patrones comunes, y destacar las contribuciones más relevantes de la literatura revisada. Finalmente, se procedió a la redacción del artículo, organizando la información en torno a los temas principales identificados durante la revisión, se adoptó un enfoque crítico, destacando los avances, y las lagunas y áreas que requieren mayor investigación.

Este enfoque metodológico asegura que el artículo presente una visión equilibrada y fundamentada del estado actual de la investigación sobre el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de las ciencias naturales. La transparencia en el proceso

de selección y análisis de la literatura, junto con la evaluación rigurosa de la calidad de los estudios, contribuye a la fiabilidad y validez de las conclusiones que se presentan en este trabajo.

ELEMENTOS DE INTERÉS ENCONTRADOS EN LA REVISIÓN

Tras la revisión de numerosos estudios en esta materia, se tiene que la enseñanza de las ciencias naturales afronta retos en el contexto educativo contemporáneo, donde la necesidad de adaptar los métodos de enseñanza a las demandas tecnológicas se ha vuelto imperativa. En este sentido, las herramientas tecnológicas han surgido como estrategias didácticas que se configuran como recursos pedagógicos esenciales para facilitar la estructuración y planificación del proceso de enseñanza, al proporcionar orientaciones metodológicas que optimizan la organización y conducción de las experiencias educativas (Romero-Farfán & Pico-Mieles, 2023), puesto que transforman la manera en que se enseña y se aprende, ya que potencian la capacidad de los estudiantes para comprender conceptos científicos complejos.

Además, el estado actual de la investigación científica relacionada con el empleo de herramientas tecnológicas para la enseñanza de las ciencias naturales, abarca temas clave que van desde la eficacia de estas herramientas hasta los desafíos que enfrentan los educadores en su implementación. Al respecto Bravo (2019) plantea la necesidad de revisar y reconfigurar las prácticas pedagógicas, destacando la importancia de

desarrollar estrategias de enseñanza en el área de las ciencias que se ajusten a las transformaciones en las formas en que los estudiantes acceden, procesan y construyen el conocimiento en los entornos educativos actuales.

EFICACIA DE LAS HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN LA MEJORA DEL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES

En las investigaciones recientes, uno de los temas que ha generado mayor interés es el impacto de las tecnologías digitales en la enseñanza de las ciencias naturales. En este sentido, Melo (2023) destaca que la incorporación adecuada de recursos tecnológicos en esta área del conocimiento contribuye tanto al desarrollo conceptual como al incremento de la motivación estudiantil. Estos recursos permiten representar de forma visual y dinámica fenómenos científicos de alta complejidad, facilitando así la comprensión de ideas abstractas mediante experiencias interactivas. Según lo planteado por Meleán et al. (2020), este tipo de mediaciones tecnológicas favorece un aprendizaje más relevante. Asimismo, Ayón y Vítores (2020) evidencian que, desde la perspectiva de los propios estudiantes, las herramientas virtuales resultan más atractivas y eficaces que las metodologías tradicionales, lo cual sugiere un cambio en las preferencias y expectativas respecto al entorno educativo.

Dentro del campo de las ciencias naturales, las simulaciones digitales han demostrado ser especialmente útiles para la enseñanza de áreas como la física y la

química, donde la comprensión de fenómenos como el movimiento de partículas o las reacciones químicas suele presentar dificultades cuando se aborda mediante enfoques convencionales. En este sentido, Braunmüller et al. (2019) evidencian que los estudiantes expuestos al uso de simulaciones en clases de física alcanzan niveles más altos de comprensión conceptual en comparación con aquellos que reciben una instrucción basada únicamente en métodos tradicionales. Del mismo modo, los laboratorios virtuales han abierto nuevas posibilidades pedagógicas al permitir la realización de experimentos de manera segura, accesible y económica, especialmente en contextos donde los recursos físicos son limitados (Anaya, 2023).

La incorporación de estos entornos tecnológicos también ha tenido un efecto positivo sobre el desarrollo de habilidades cognitivas superiores en los estudiantes. De acuerdo con Tseng et al. (2021), la utilización de herramientas digitales especializadas en la enseñanza de las ciencias ha favorecido el fortalecimiento de procesos metacognitivos, facilitando que los alumnos tomen conciencia de sus propios aprendizajes, evalúen su desempeño y modifiquen sus estrategias según los desafíos que enfrentan. Este tipo de autorregulación es clave en la formación de ciudadanos con competencias científicas básicas, capaces de analizar críticamente su entorno y proponer soluciones fundamentadas ante problemas reales (Montoya, 2019).

Bajo esta perspectiva, se hace necesario que el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el aula trascienda su dimensión operativa. Es decir, no basta con incorporar recursos tecnológicos como herramientas instrumentales,

sino que debe privilegiarse su integración desde un enfoque pedagógico que potencie la calidad del aprendizaje. Aparicio et al. (2018) advierten que el valor educativo de las TIC no reside únicamente en su aplicación técnica, sino en su capacidad para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje, promoviendo experiencias formativas innovadoras, reflexivas y centradas en el estudiante.

Otro aspecto relevante es la personalización del aprendizaje que las herramientas tecnológicas permiten a través de plataformas adaptativas, en donde los estudiantes pueden recibir retroalimentación instantánea y personalizada, lo que les facilita avanzar a su propio ritmo y enfocarse en áreas donde necesitan más apoyo (Sung et al., 2021; López & Nieves. 2019; Andrée & Hansson, 2021). Esta personalización ha demostrado ser particularmente beneficiosa en el contexto de la educación inclusiva, donde estudiantes con diferentes necesidades y habilidades pueden acceder a un aprendizaje más equitativo, como lo demostraron en su investigación Domínguez & Stipcich, 2018).

Sin embargo, es importante señalar que la eficacia de estas herramientas no está en manos de su implementación, puesto que influye el contexto donde se utilizan, debido a que factores como la formación del profesorado, la infraestructura tecnológica disponible y la respuesta de los estudiantes hacia la utilización de la tecnología en el aula inciden directamente en el éxito de estas estrategias (Grilli & Calleros, 2018), teniendo presente que Hernández et al. (2021) señalan que garantizar una educación de calidad requiere establecer una conexión coherente y efectiva entre los lineamientos

establecidos desde las políticas educativas y las prácticas pedagógicas que se desarrollan directamente en los espacios escolares.

Por lo tanto, es fundamental que las instituciones educativas inviertan en tecnología, y proporcionen el apoyo necesario para su implementación efectiva, a fin de adoptar como sugiere Gutiérrez (2018), enfoques pedagógicos innovadores y dinámicos para transformar los métodos tradicionales de enseñanza-aprendizaje, como una forma de anticiparse y responder eficazmente a las demandas que los estudiantes contemporáneos imponen al sistema educativo.

INTEGRACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA Y VIRTUAL EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

La realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) ofrecen herramientas innovadoras en la enseñanza de las ciencias naturales, que proporcionan a los estudiantes experiencias inmersivas que superan las limitaciones de los métodos tradicionales (Romano et al., 2021; Lim et al., 2020). Dichas tecnologías permiten a los estudiantes interactuar con entornos tridimensionales, facilitando la comprensión de conceptos que de otro modo serían difíciles de visualizar, como las estructuras moleculares o los sistemas ecológicos (Mora y Rodríguez, 2021; Romano, 2019).

Ahora bien, la RA, en particular, ha demostrado ser eficaz en la enseñanza de la biología, al hacer posible que los estudiantes exploren y manipulen modelos

tridimensionales de organismos vivos, células y órganos en tiempo real (Abella & García, 2021). Al respecto, un estudio realizado por López y Nieves (2019) encontró que aquellos estudiantes que habían empleado RA para sus clases de biología mostraron una mejor comprensión de la anatomía humana. Además, se ha demostrado que la RA ha sido utilizada para superponer información adicional sobre objetos reales, facilitando la conexión entre el contenido teórico y su aplicación práctica en el mundo real Yildirim & Seckin, 2021), siendo preciso según López y Nieves (2019) el diseño de una propuesta pedagógica inclusiva para la enseñanza de las ciencias naturales, sustentada en la incorporación de la realidad aumentada como recurso didáctico que facilite la mediación en los procesos de aprendizaje dentro de esta área disciplinar

En este mismo sentido, la RV ha sido particularmente útil en la enseñanza de la física y la geología, donde los estudiantes pueden experimentar fenómenos naturales de manera inmersiva. Por ejemplo, en un estudio realizado por Abella & García (2021), los estudiantes que utilizaron RV para explorar formaciones geológicas del Humedal Torca mostraron una mayor retención de información y una mejor comprensión de los procesos geológicos en comparación con aquellos que utilizaron métodos convencionales. De igual forma, la RV ayuda a que los estudiantes realicen experimentos virtuales en entornos seguros, eliminando los riesgos asociados con experimentos físicos y proporcionando una mayor flexibilidad en el diseño de las experiencias de aprendizaje (Ortega et al., 2022).

Sin embargo, a pesar de los beneficios potenciales de las RA y RV en la enseñanza de las ciencias naturales, su implementación en el aula aún enfrenta varios desafíos, entre los que se incluyen el alto costo de los dispositivos, la escasa formación especializada para los educadores, y la posible desconexión de los estudiantes con la realidad física debido a la inmersión en entornos virtuales (Melo, 2023). Además, algunos estudios han señalado que el uso excesivo de estas tecnologías puede llevar a la sobrecarga cognitiva, lo que podría afectar negativamente el aprendizaje de los estudiantes, como lo expone Urzúa et al. (2019).

Por tanto, aunque la integración de RA y RV en la enseñanza de las ciencias naturales ofrece numerosas oportunidades de mejorar la comprensión y el compromiso de los estudiantes, su implementación debe ser cuidadosamente planificada y monitoreada para asegurar que estos beneficios se realicen plenamente, como lo indican en su estudio Blom & Abrie (2021).

PLATAFORMAS EDUCATIVAS Y RECURSOS DIGITALES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Diversos estudios demuestran que el uso de plataformas educativas y recursos digitales ha transformado radicalmente la enseñanza de las ciencias naturales, entregando a estudiantes y docentes una amplia gama de herramientas para facilitar el aprendizaje y la enseñanza (Araoz & Olguín, 2021; Zorrilla et al., 2020). Las plataformas

educativas, como Moodle y Google Classroom, les brindan a los docentes la posibilidad de organizar y distribuir el contenido didáctico de manera eficiente, facilitando la comunicación y la colaboración entre estudiantes y profesores (Gómez, 2021; Melo, 2023). Además, estas plataformas ofrecen una variedad de recursos digitales, lo que, según Ayón y Vítores (2020), permite desarrollar actividades pedagógicas y experimentales en espacios virtuales seguros, favoreciendo la implementación de prácticas a bajo costo. Asimismo, esta modalidad amplía el alcance del laboratorio tradicional, integrándolo tanto al entorno escolar como al ámbito doméstico mediante el uso de dispositivos computacionales

Los recursos digitales en particular, han demostrado ser especialmente efectivos en la enseñanza de las ciencias naturales. Es así, como los videos interactivos, por ejemplo, facilitan a los estudiantes visualizar y explorar conceptos científicos de manera dinámica, lo que mejora su comprensión y retención de información (Romero-Farfán & Pico-Mieles, 2023; Bravo et al., 2019). Al respecto, un estudio realizado por Grilli y Calleros (2018) mostró que los estudiantes que utilizaron videos interactivos en sus clases de biología obtuvieron buenos resultados en pruebas de comprensión conceptual, lo cual no fue logrado por en aquellos que utilizaron materiales didácticos tradicionales.

Asimismo, investigaciones como las de Taborda et al. (2022) muestran una exitosa experiencia en la enseñanza de la química mediada por TIC, al generarse cambios de paradigmas educativos, llevando a cabo simulaciones además que los laboratorios virtuales permiten a los estudiantes realizar experimentos con herramientas

segura y económica, que les facilitan la comprensión de conceptos complejos, y de esta manera fomentar el desarrollo del pensamiento socio-científico y de habilidades prácticas y experimentales que son fundamentales en la educación científica (Simonelli et al., 2019; Solli, 2019).

La efectividad de las plataformas digitales y de los recursos tecnológicos en el ámbito educativo está estrechamente vinculada a su adecuada articulación con el currículo y al acompañamiento profesional que reciben los docentes durante su implementación. En este contexto, Occelli y García (2018) destacan que la formación docente constituye un elemento clave para lograr la integración de estas herramientas en los procesos de enseñanza. En la misma línea, Martínez et al. (2018) sostienen que el impacto real de los entornos digitales sobre el aprendizaje del estudiante dependerá en gran medida de la capacidad del educador para incorporarlos de manera coherente y pedagógicamente fundamentada en su práctica cotidiana.

Los hallazgos de un estudio desarrollado por Occelli y García (2018) evidencian que aquellos docentes que participaron en procesos de formación orientados al uso de tecnologías aplicadas a la enseñanza tienen niveles más altos de competencia didáctica, particularmente en el área de ciencias naturales. Este mejor desempeño docente se tradujo en un aumento en los logros académicos de sus estudiantes. No obstante, también se identificaron resistencias entre algunos profesionales de la educación, quienes manifestaron reticencia frente a la incorporación de recursos digitales, lo que

pone de relieve la necesidad de procesos de acompañamiento continuo y estrategias de sensibilización que favorezcan su apropiación efectiva.

Asimismo, contar con recursos digitales apropiados y accesibles es vital para asegurar la equidad en el ámbito educativo. En este contexto, se observa que la brecha digital persiste como un desafío importante, particularmente en áreas rurales o en comunidades con limitados recursos (Al-Zboon et al., 2021; Andrade, 2022) ya que la carencia de dispositivos tecnológicos y de una conexión a internet confiable entorpece la eficacia de las plataformas educativas y de los recursos digitales, intensificando las desigualdades ya presentes en la educación en estas zonas (Karatepe & Karakuş, 2021).

Por consiguiente, aunque las plataformas educativas y los recursos digitales presentan un gran potencial para enriquecer la enseñanza de las ciencias naturales, su éxito depende, como expone Hernández-Suárez et al. (2021) de una planeación detallada, que posibilite la implementación adecuada y exitosa, para lo cual se requiere del apoyo constante a los docentes, tema ante el cual, es preciso reconocer que es fundamental abordar las disparidades en el acceso y ofrecer la capacitación necesaria para garantizar que todos los estudiantes puedan aprovechar estas herramientas (Gutiérrez, 2018).

GAMIFICACIÓN Y APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS EN LAS CIENCIAS NATURALES

La gamificación y el aprendizaje basado en juegos han ganado popularidad en la educación, especialmente en la enseñanza de las ciencias naturales, como estrategias efectivas para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes (Benavides-Velasco, 2023). Es así como Montoya (2019) señala que en el contexto colombiano se ha evidenciado una progresiva incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el ámbito educativo, lo cual refleja la transición hacia una sociedad caracterizada por la centralidad del conocimiento y la gestión de la información como ejes fundamentales del desarrollo educativo

En este sentido, la gamificación implica la incorporación de elementos de juego en entornos de aprendizaje no lúdicos, como la asignación de puntos, la creación de niveles y la competencia entre pares (Araoz & Olguín, 2021). Por otro lado, el aprendizaje basado en juegos se refiere al uso de juegos educativos diseñados específicamente para enseñar contenidos científicos (Braunmüller et al., 2023).

Al respecto, investigaciones recientes han demostrado que la gamificación puede mejorar el aprendizaje de las ciencias naturales logrando que el proceso de aprendizaje sea más llamativo e interactivo para los estudiantes, como lo expone en su revisión Araoz & Olguín (2021). En concordancia con lo anteriormente expuesto, un estudio de Benavides-Velasco (2023) encontró que participar en actividades gamificadas en las

clases de biología, ayudó a los estudiantes en su aprendizaje, mostrando mayor interés por la materia y una mejor retención de conceptos. Además, la gamificación puede fomentar la colaboración entre estudiantes y promover un ambiente de aprendizaje positivo y motivador, como lo expone Alzate et al. (2023) y Anaya-Benavides (2023).

Además, el aprendizaje basado en juegos, por su parte, ha sido particularmente efectivo en la enseñanza de conceptos abstractos y complejos en ciencias naturales, con los cuales los estudiantes han podido examinar y practicar con pensamientos científicos en un contexto controlado y seguro, facilitando la comprensión de estos conceptos y su aplicación en situaciones del mundo real (Giler-Medina, 2023). Por ejemplo, el estudio realizado por Martínez et al., (2018) reveló que aquellos educandos que emplearon juegos educativos en sus clases de química mejoraron sus resultados en pruebas de comprensión y resolución de problemas.

No obstante, aunque se encuentran numerosas evidencias del éxito académico conseguido con la incorporación de la gamificación y el aprendizaje basado en juegos, su implementación en el aula puede enfrentar ciertos desafíos y retos, en lo atinente al diseño y la selección de juegos educativos que sean tanto pedagógicamente efectivos como atractivos para los estudiantes (Mora & Rodríguez, 2021). Además, es importante que los docentes reciban la formación adecuada para integrar estos enfoques en sus prácticas pedagógicas con buenos resultados (Romano, et al., 2021).

Otro desafío es el riesgo de que la gamificación se convierta en una distracción en lugar de una herramienta de aprendizaje, si no se utiliza de manera adecuada

(Benavides-Velasco, 2023). Razón por la cual es esencial que los elementos de juego estén alineados con los objetivos educativos y que se utilicen como una herramienta para mejorar el aprendizaje, en lugar de simplemente entretener a los estudiantes (Braunmüller et al., 2019).

DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS A TRAVÉS DE PROYECTOS COLABORATIVOS EN LÍNEA

Ante todo, conviene tener presente la importancia de promover competencias integrales vinculadas al uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, enfatizando en el desarrollo de habilidades cognitivas, críticas, metacognitivas y de aprendizaje significativo contextualizado, todas ellas orientadas a la comprensión profunda de los contenidos científicos propios de las ciencias naturales (Simonelli, 2019).

. Al respecto, las herramientas tecnológicas han abierto nuevas oportunidades para fomentar estas competencias a través de proyectos colaborativos en línea (Anaya-Benavides, 2023). Asimismo, los proyectos colaborativos permiten a los estudiantes trabajar juntos, a menudo en equipos multidisciplinarios y geográficamente dispersos, para resolver problemas científicos complejos (Karatepe & Karakuş, 2021). En tal sentido, es preciso tener presente que estas experiencias promueven el desarrollo de habilidades científicas específicas, como la investigación y el análisis de datos, además

de fomentar habilidades transversales, como la comunicación, la colaboración y el pensamiento crítico (Tseng et al., 2021; Salica, 2019).

Ahora bien, la colaboración en línea ha sido facilitada por una variedad de herramientas tecnológicas, como wikis, foros, y plataformas de redes sociales educativas, que permiten a los estudiantes compartir información, discutir ideas y colaborar en proyectos (Domínguez & Stipcich, 2018). Así, la investigación llevada a cabo por Rivera (2019), demuestra que los estudiantes que participaron en proyectos colaborativos en línea mostraron una mejora en sus habilidades de investigación y en su capacidad para trabajar en equipo. Es también oportuno referir que los proyectos colaborativos en línea ofrecen a los estudiantes la oportunidad de participar en investigaciones auténticas y de aplicar sus conocimientos científicos en contextos reales (Andrade, 2022).

En tal sentido, el estudio de Zambrano et al (2020) en el cual los estudiantes participaron en un proyecto colaborativo en línea sobre la protección del ambiente y el cambio climático, demostró que la incorporación efectiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el diseño curricular favorece la participación activa del estudiante en el proceso formativo, permitiéndole construir saberes significativos a partir de la interacción con contenidos, situaciones y ejemplos que promueven actitudes de valoración, preservación y responsabilidad frente al entorno natural (Zambrano et al., 2020).

Así, se logró desarrollar en los educandos el entendimiento de los efectos del cambio climático y de las estrategias de mitigación. Ahora bien, para el éxito de los proyectos colaborativos en línea es preciso atender a la calidad de las herramientas tecnológicas utilizadas, el diseño del proyecto, y el apoyo proporcionado por los docentes, como lo indica Simonelli-De Yaciofano (2019). Asimismo, es fundamental que los docentes reciban formación en la gestión de proyectos colaborativos y en el uso de herramientas tecnológicas para facilitar la colaboración entre estudiantes (Díaz & Herrera, 2020).

6. DESAFÍOS Y BARRERAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS EN LAS CIENCIAS NATURALES

A pesar de que múltiples investigaciones han demostrado los numerosos beneficios que las herramientas tecnológicas pueden ofrecer en la enseñanza de las ciencias naturales, su implementación en el aula no está exenta de desafíos y barreras, como lo refiere en su estudio de revisión Liu et al. (2021). En este sentido, los principales desafíos son aquellos referidos a la escasa formación docente, el rechazo frente al cambio por parte de algunos de ellos y de algunos estudiantes, y la brecha digital que persiste en muchas comunidades (Melo, 2023).

De forma concreta, la falta de formación docente es una barrera que frena la implementación efectiva de tecnologías educativas, ya que muchos docentes carecen de

las aptitudes mínimas para integrar efectivamente las herramientas tecnológicas en su enseñanza, limitando el impacto de estas herramientas en el aprendizaje de los estudiantes (Masullo et al., 2014). Así, la investigación de Solano (2021) evidenció que los docentes que no recibieron formación específica en el uso de tecnologías educativas durante su formación escolar y académica, tendían a utilizarlas de manera superficial o inefectiva, lo que redujo su potencial para mejorar el aprendizaje de las ciencias naturales.

Además, las limitaciones de infraestructura tecnológica, como la falta de acceso a dispositivos adecuados y conexión a internet estable que restringen la capacidad de los estudiantes para beneficiarse de las herramientas tecnológicas (Gómez & Torres, 2020). Lo que lamentablemente resulta frecuente y problemático en contextos rurales o en comunidades con menos recursos, donde la brecha digital ahonda las desigualdades en la educación (Sung et al., 2021).

En este punto, como ya se dijo, también debe considerarse la resistencia al cambio por parte de algunos educadores como un obstáculo para la adopción de tecnologías educativas, identificado por Ocelli & García (2018), quienes evidenciaron que algunos docentes pueden sentirse incómodos o inseguros al utilizar nuevas tecnologías en el aula, siendo importante abordar estas actitudes mediante la formación, el apoyo continuo y la demostración de los beneficios de las tecnologías educativas para superar la resistencia al cambio (del Valle et al., 2018)).

Finalmente, la brecha digital sigue siendo un desafío importante en la implementación de tecnologías educativas, por cuanto la falta de acceso equitativo a recursos tecnológicos limita la participación de algunos estudiantes y crea disparidades en el aprendizaje (Hernández-Suárez et al., 2021). Por ende, es esencial desarrollar políticas y estrategias que aborden la brecha digital y garanticen el acceso a las herramientas tecnológicas para todos los estudiantes, pues son necesarias para su aprendizaje.

REFLEXIONES FINALES

La revisión exhaustiva sobre el uso de herramientas tecnológicas como estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales expone un panorama complejo y multifacético, en el que convergen tanto importantes avances como desafíos persistentes que demandan una reflexión crítica. Al respecto, se ha observado que, la incorporación de la tecnología en la esfera educativa ha permitido una transformación en la forma de impartir conocimiento durante los últimos años, abriendo nuevas posibilidades para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje (Occelli & García, 2018; Occelli & García et al., 2020; Martínez et al., 2018).

Asimismo, cuando las herramientas tecnológicas son utilizadas de manera efectiva, han demostrado su capacidad para facilitar una mayor interacción con los contenidos científicos, favoreciendo la adaptación de estos a los requerimientos y ritmos

de aprendizaje particulares de los estudiantes (Montoya, 2019; Tseng et al., 2021; Tseng et al., 2020; Reilly et al., 2021). Sin embargo, esta integración no ha estado exenta de obstáculos que, si no se abordan de manera adecuada, pueden limitar su efectividad y perpetuar inequidades en el acceso a una educación de calidad.

Uno de los aspectos más importantes de la presente revisión es la capacidad de las tecnologías educativas para redefinir la manera en que los estudiantes interactúan con los conceptos científicos, ya que estas herramientas permiten, por ejemplo, simular fenómenos naturales que, de otro modo, serían inobservables en un entorno escolar, o realizar experimentos virtuales que superan las limitaciones materiales de los laboratorios convencionales. Al respecto, la posibilidad de acceder a un vasto caudal de información científica en tiempo real fomenta un aprendizaje más activo y participativo, alejándose del enfoque tradicional centrado en la mera transmisión de conocimientos. Así, en este nuevo paradigma, los estudiantes no son receptores pasivos, sino actores que construyen su propio aprendizaje mediante la exploración y el análisis crítico de los contenidos a los que acceden a través de la tecnología (Reilly et al., 2021; Tseng et al., 2021; Montoya, 2019; Tseng et al., 2020).

En este sentido, las herramientas tecnológicas facilitan el aprendizaje, mientras promueven el desarrollo del pensamiento crítico y científico, dado que al interactuar con simulaciones y realizar experimentos virtuales, los estudiantes tienen la oportunidad de formular hipótesis, analizar resultados y establecer relaciones causales, lo que aporta a la comprensión holística de los fenómenos científicos (Montoya, 2019). Sin embargo,

este potencial transformador no depende exclusivamente de la tecnología en sí misma, sino de cómo esta es implementada en el aula, dado que para que las herramientas tecnológicas cumplan su función como mediadores del aprendizaje, es imprescindible que los docentes adopten una postura crítica y reflexiva frente a su uso, integrándolas de manera coherente con los objetivos educativos y el contexto sociocultural en el que se desarrollan las clases (Aparicio et al., 2018; Occelli & García, 2018; Martínez et al., 2018).

En este punto, la formación continua de los docentes se hace un factor clave en el éxito de la integración tecnológica en la enseñanza de las ciencias naturales. Por consiguiente, no se trata únicamente de que los profesores adquieran competencias técnicas relacionadas con el manejo de dispositivos o programas, sino de que desarrollen una pedagogía que se apropie de las posibilidades que la tecnología ofrece.

Para ello, se requiere que la capacitación docente sea integral, abarcando el aspecto técnico, junto a la dimensión pedagógica y creativa del uso de la tecnología en el aula, ya que los docentes deben ser capaces de diseñar experiencias de aprendizaje que utilicen las herramientas tecnológicas como medios para alcanzar los objetivos educativos, y no simplemente como un fin en sí mismas (Masullo et al., 2014; Bravo et al., 2019). Además, esta formación debe estar contextualizada y adaptada a las realidades y necesidades de cada entorno educativo, lo que implica considerar las particularidades de cada grupo de estudiantes y las condiciones de índole social, económica y cultural que impactan en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Otro elemento fundamental que surge de esta revisión es la necesidad de contar con una infraestructura tecnológica robusta y accesible. En este sentido, aunque las tecnologías educativas ofrecen un enorme potencial, su implementación efectiva sigue estando condicionada por la existencia de una infraestructura adecuada que permita su uso en el aula, y lamentablemente, la brecha digital sigue siendo una realidad preocupante, especialmente en contextos rurales o en comunidades con menos recursos, entornos en los que la falta de acceso a dispositivos tecnológicos, conectividad a internet y recursos digitales adecuados limita gravemente el alcance de las innovaciones pedagógicas que la tecnología puede ofrecer.

Después de todo, la desigualdad en el acceso a la tecnología afecta la calidad del aprendizaje, enraizando las disparidades educativas, creando una situación en la que los estudiantes de contextos más desfavorecidos se ven excluidos de las oportunidades de aprendizaje que las tecnologías pueden proporcionar (Hernández-Suárez et al., 2021).

Es, por tanto, imperativo que las políticas educativas aborden de manera decidida esta brecha digital, garantizando que todos los educandos, sin tomar en cuenta su lugar de residencia o condición socioeconómica, puedan beneficiarse de las herramientas tecnológicas, lo que implica en la práctica una inversión en infraestructura, así como el compromiso por parte de las instituciones educativas y los gobiernos para crear condiciones de igualdad en el acceso a la tecnología, promoviendo una educación inclusiva y equitativa (Andrade, 2022).

En una visión más prospectiva, se avizora que el desarrollo constante de nuevas tecnologías plantea desafíos y oportunidades adicionales para la enseñanza de las ciencias naturales, ya que las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el aprendizaje automatizado y la realidad aumentada, tienen el potencial de reconfigurar una vez más el panorama educativo, ofreciendo posibilidades aún más avanzadas para el aprendizaje interactivo y personalizado (Ortega, 2018). No obstante, la incorporación de estas tecnologías en el ámbito educativo debe ser llevada a cabo de manera reflexiva y crítica, evitando caer en el uso indiscriminado de dispositivos y aplicaciones sin una sólida base pedagógica que los sustente. Asimismo, la enseñanza de las ciencias naturales debe seguir guiada por principios pedagógicos bien fundamentados, que prioricen el desarrollo integral de los estudiantes, y no simplemente la adopción de las últimas tendencias tecnológicas (Hernández-Suárez et al., 2021).

Por último, es fundamental que la integración de la tecnología en la enseñanza de las ciencias naturales esté orientada por un compromiso ético con la preparación de ciudadanos críticos, responsables e involucrados en el bienestar de la sociedad y el medio ambiente. Por tanto, el uso de la tecnología no debe estar orientado únicamente al rendimiento académico, sino también a la formación del pensamiento crítico que permita a los educandos entender las implicaciones sociales, éticas y medioambientales de sus acciones individuales y de los avances científicos y tecnológicos, ya que solo mediante una visión holística, que contemple tanto los aspectos técnicos como los pedagógicos, sociales y éticos, se podrá construir un modelo educativo verdaderamente

inclusivo e innovador, que prepare a los estudiantes para enfrentar los retos del mundo contemporáneo como ciudadanos científicos, críticos y responsables.

REFERENCIAS

- Abella Peña, N. S., & García Martínez, A. (2021). La modelización en estudiantes de secundaria en torno a la historia ambiental del Humedal Torca apoyada en TIC-SIG. *Bio-Grafía: Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza*, 1 (1), 124. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8283707&info=resumen&idioma=SPA>
- Aguilera Eguía, R. (2014). ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 21(6), 359-360. <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462014000600010>
- Almanza, G. A. H. (2021). Metodología TIC en la enseñanza de educación ambiental para el desarrollo sostenible. *Educación y Ciudad*, (40), 129-146. <https://revistas.idep.edu.co/index.php/educacion-y-ciudad/article/view/2461>
- Alzate, L. A., Erazo, J. H. C., & Giraldo, L. A. H. (2023). Implementación de un ambiente de aprendizaje mediado por el recurso NASA Space Place para motivar el aprendizaje de la Astronomía desde las Ciencias Naturales en los niños del grado cuarto de las instituciones educativas San Cayetano IED de la ciudad d. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 157. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9585594>
- Al-Zboon, H. S., Gasaymeh, A. M., & Al-Rsa, M. S. (2021). The Attitudes of Science and Mathematics Teachers toward the Integration of Information and Communication Technology (ICT) in their Educational Practice: The Application of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). *World Journal of Education*, 11(1). <https://doi.org/10.5430/wje.v11n1p75>
- Anaya-Benavides, E. (2023). El trabajo colaborativo que tiene las TIC en la enseñanza y aprendizaje de la química. *Gaceta de pedagogía*. N°. 45, pp 95-112.
- Andrade, I. P. (2022). Revisión sobre el uso de las TIC S en la Ciencia. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, 1(2), 01-18. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8076344>

- Andrée, M., & Hansson, L. (2021). Industry, science education, and teacher agency: A discourse analysis of teachers' evaluations of industry-produced teaching resources. *Science Education*, 105(2), 353–383. <https://doi.org/10.1002/SCE.21607>
- Aparicio, S. Flores, E. y Sosa, M. (2018). La integración de las TIC en las prácticas docentes: una mirada desde la enseñanza de la física y de la química en la educación secundaria uruguaya. *Agencia Nacional de Investigación e Innovación*. <https://redi.anii.org.uy/jspui/handle/20.500.12381/275>
- Araoz, M. & Olguín, V. (2021). Una revisión sistemática sobre las experiencias lúdicas para la enseñanza de física y química en la escuela media. *Revista de Enseñanza de la Física*, 33(3), 39–49. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35991>
- Ayón, E. y Vítores, M. (2020). La simulación: Estrategia de apoyo en la enseñanza de las Ciencias Naturales en básica y bachillerato, Portoviejo, Ecuador. *Dominio de las ciencias*, 6(2), 04-22. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7467929>
- Benavides-Velasco, R. (2023). E-book: un recurso didáctico gamificado para el aprendizaje de las Ciencias Naturales. *Cátedra*, 6(2), 67-83. <https://doi.org/10.29166/catedra.v6i2.4481>
- Blom, N., & Abrie, A. L. (2021). Students' perceptions of the nature of technology and its relationship with science following an integrated curriculum. *International Journal of Science Education*, 43(11), 1726–1745. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1930273>
- Braunmüller, M., Inorreta, Y., Basualdo, I., Ayesa, L., Bravo Torija, B., Juárez, A. M., & Boucíguez, M. J. (2019). "EUREKA, juegos conectados": una plaza científica para aprender jugando. *Revista de Enseñanza de La Física*, 31 (1), 87–95. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7578655&info=resumen&idioma=ENG>
- Bravo, J. D., Bigeón, L. G., & Distéfano, C. H. (2019). Alternativas de enseñanza de las ciencias naturales en la formación docente: oportunidades de las salidas de campo con recursos TIC. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 10 (19), 10–19. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7869072&info=resumen&idioma=SPA>

- del Valle González, J. R., Cruzata Martínez, A., & Alhuay Quispe, J. (2018). Conocimientos, caos y orden en el contexto de las TIC dentro de la sociedad de la información y del conocimiento. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad*, 8 (15), 59-70. <https://doi.org/10.32870/Pk.a8n15.328>
- Domínguez, A., & Stipcich, M. S. (2018). Trabajo colaborativo y TIC para ayudar a un estudiante con TDA a aprender física. *Revista de Enseñanza de La Física*, 30 (1), 53-61. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6681170&info=resumen&idioma=ENG>
- Giler-Medina, P. (2023). Competencias digitales y aprendizaje visual de la Química en estudiantes de Bachillerato. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 8(2), 75-88. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2550-65872023000200075&lng=es&nrm=iso
- Gómez, N. A. (2021). Animal sciences in the secondary classroom: Considering didactic strategies available through distance learning. *Natural Sciences Education*, 50(1). <https://doi.org/10.1002/NSE2.20037>
- Grilli Silva, J. J., & Calleros, G. (2018). Hacia una biología escolar significativa. Programación didáctica desde una postura socioconstructiva, con utilización de recursos tradicionales y TIC. *Bio-Grafía: Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza*, 11 (21), 53-66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7302091&info=resumen&idioma=SPA>
- Gutiérrez Rodríguez, C. A. (2018). Herramienta didáctica para integrar las TIC en la enseñanza de las ciencias. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía: RIIEP*, 11(1), 101-126. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7863075&info=resumen&idioma=ENG>
- Hernández-Suárez, C. A., Avendaño-Castro, W. R., & Rojas-Guevara, J. U. (2021). Planeación curricular y ambiente de aula en ciencias naturales: de las políticas y los lineamientos a la aplicación institucional. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(2), 319-333. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2027-83062021000100319&script=sci_arttext
- Karatepe, R., & Karakuş, İ. (2021). An Investigation on the Relationship Between Learner's Skills and Perceptions to Use Information and Communication Technologies (Ict) and 21st Century Skills (C21 Skills) in Education. *International Journal of Progressive Education*, 17(6), 259-269. <https://doi.org/10.29329/IJPE.2021.382.18>

- Lim, C. P., Ra, S., Chin, B., & Wang, T. (2020). Leveraging information and communication technologies (ICT) to enhance education equity, quality, and efficiency: case studies of Bangladesh and Nepal. *Educational Media International*, 57(2), 87–111. <https://doi.org/10.1080/09523987.2020.1786774>
- Liu, C., Zowghi, D., Kearney, M., & Bano, M. (2021). Inquiry-based mobile learning in secondary school science education: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(1), 1–23. <https://doi.org/10.1111/JCAL.12505>
- López Moreno, A. P., & Nieves Perilla, J. D. (2019). Realidad aumentada (RA), una alternativa y estrategia para la enseñanza de la estructura del átomo. *Bio-Grafía*, 2017–2022. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/11240>
- Lorduy, D. J., & Naranjo, C. P. (2020). Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias. *Praxis & Saber*, 11(27), e11177. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.11177>
- Martínez, L., Hinojo, F., y Aznar, I. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los Procesos de Enseñanza- Aprendizaje por parte de los Profesores de Química. *Información tecnológica*, 29(2), 41-52. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000200041>
- Masullo, M., Occelli, M., & Quse, L. (2014). *La movilidad y el estatus de los enunciados científicos en actividades a través de TIC. Algunas experiencias en el Profesorado en Ciencias Biológicas*. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/550438>
- Meleán, R., Chiquinquirá Montilla, L., Guerrero Chirinos, R. A., & Rojas Leal, R. E. (2020). Secuencia didáctica para desarrollar esquemas de aprendizaje en matemática y ciencias naturales. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (92), 968–983. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7626847&info=resumen&idioma=SPA>
- Melo, S. M. C. (2023). Herramienta digital Google Classroom en la enseñanza aprendizaje de Ciencias Naturales en noveno año de Educación General Básica. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, (4), 83-98. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9113721>
- Montoya Ramírez, P. A. (2019). El E-Learning en el desarrollo del Pensamiento científico escolar en el aula de Física. *Revista Científica*, (1), 121–130. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021318&info=resumen&idioma=ENG>

- Mora Barrantes, S. M., & Rodríguez Rodríguez, J. D. (2021). Recomendaciones didácticas para la apropiación de tecnologías digitales en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Bio-Grafía: Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza*, (1), -29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8283612&info=resumen&idioma=ENG>
- Occelli, M. E., & Garcia Romano, L. (2018). Los docentes de ciencias naturales y el “Programa Conectar Igualdad” en la ciudad de Córdoba (Argentina). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 1 (56), 109–130. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6610216&info=resumen&idioma=SPA>
- Ortega, A. Field, R. & Pinto, A. (2022). Importancia de los simuladores virtuales para la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de química inorgánica en las escuelas de educación media. *Revista Cedotic*, 7(2), 191-208.
- <https://doi.org/10.15648/cedotic.2.2022.3331>
- Reilly, J. M., McGivney, E., Dede, C., & Grotzer, T. (2021). Assessing Science Identity Exploration in Immersive Virtual Environments: A Mixed Methods Approach. *Journal of Experimental Education*, 89(3), 468–489. <https://doi.org/10.1080/00220973.2020.1712313>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790-799. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893221002748>
- Rivera Vargas, Y. H. (2019). EnvironmentCan: semillero de Ciencia y Tecnología, propuesta de aula para IED Colegio La Candelaria. *Revista Científica*, 1 (1), 131–139. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021319&info=resumen&idioma=ENG>
- Romano, L. G., Occelli, M., & Adúriz-Bravo, A. (2021). School Scientific Argumentation Enriched by Digital Technologies: Results With Pre- and in-Service Science Teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(7), 1982. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10990>
- Romero-Farfán, K. & Pico-Mieles, J. (2023). Estrategia didáctica para el uso de recursos virtuales de aprendizaje de la química en primero de bachillerato. *YUYAY: Estrategias, Metodologías & Didácticas Educativas*, 2(1), 87–91. <https://jlacolectivo.com/revistas/index.php/YUYAY/article/view/28>

- Taborda, W. A. L., Zuluaga-Giraldo, J. I., Ramírez, M. X. L., & Ospina, Y. F. G. (2022). Enseñanza de la química mediada por TIC: un cambio de paradigma en una educación en emergencia. *Revista Interamericana De Investigación Educación Y Pedagogía RIIEP*, 15(2). <https://doi.org/10.15332/25005421.6527>
- Salica, M. (2019). Carga cognitiva y aprendizaje con TIC: estudio empírico en estudiantes de química y física de secundaria. *TE & ET: Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 8 (24). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7374886&info=resumen&idioma=ENG>
- Simonelli-De Yaciofano, M. R. (2019). Integración de las TIC en las ciencias naturales para el desarrollo de las competencias: caso UPEL-IPMAR. *Investigación y Postgrado*, 34 (2), 9–37. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7979548&info=resumen&idioma=ENG>
- Solano Carrillo, D. (2021). Reseña del libro Enseñar a nativos digitales de Marc Prensky (2015). *Ciencias Sociales y Educación*, 10(20), 335–341. <https://doi.org/10.22395/CSYE.V10N20A17>
- Solli, A. (2021). Appeals to Science: Recirculation of Online Claims in Socioscientific Reasoning. *Research in Science Education*, 51, 983–1013. <https://doi.org/10.1007/S11165-019-09878-W>
- Sung, S. H., Li, C., Huang, X., & Xie, C. (2021). Enhancing distance learning of science—Impacts of remote labs 2.0 on students’ behavioural and cognitive engagement. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(6), 1606–1621. <https://doi.org/10.1111/JCAL.12600>
- Tseng, A. S., Bonilla, S., & MacPherson, A. (2021). Fighting “bad science” in the information age: The effects of an intervention to stimulate evaluation and critique of false scientific claims. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(8), 1152–1178. <https://doi.org/10.1002/TEA.21696>
- Urzúa Hernández, M. del C., Rodríguez Pineda, D. P., & Martínez Valencia, M. (2019). Espectros conceptuales —epistemológico, cognitivo y de uso de TIC— de estudiantes de bachillerato tecnológico en la clase de Biología. *Bio-Grafía: Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza*, 12 (23), 129-139. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7565182&info=resumen&idioma=SPA>

- Yildirim, I., & Seckin Kapucu, M. (2021). The Effect of Augmented Reality Applications in Science Education on Academic Achievement and Retention of 6th Grade Students. *Journal of Education in Science*, 7(1), 56. <https://doi.org/10.21891/jeseh.744351>
- Zambrano-Medina, M. R., Alvarez-Araque, W. O., & Najar-Sánchez, O. (2020). Empleo de herramientas TIC como posibilidad didáctica para fortalecer la educación ambiental y el cuidado del medio ambiente. *Revista Espacios*, 41(13). <https://www.revistaespacios.com/a20v41n13/20411318.html>
- Zorrilla, E. G., Quiroga, D. P., Morales, L. M., Mazzitelli, C. A., & Maturano Arrabal, C. I. (2020). Reflexión sobre el trabajo experimental planteado como investigación con docentes de Ciencias Naturales. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 31(60), 2020, 266-285. <https://doi.org/10.33255/3160/626>