

## Realidad aumentada como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de segundo de bachillerato

*Augmented reality as a teaching strategy to improve the learning of Mendelian genetics in second-year high school students*

**MSc. Lapo Pacheco Yajaira Lissbeth**

Escuela Jaime Roldos Aguilera

Lissbeth\_lapo@yahoo.com

<https://orcid.org/0009-0007-0516-4724>

Sucumbios – Ecuador

**MSc. Sucuchañay Maria Rocio**

Unidad Educativa Consejo Provincial De Napo

rocio.sucuchanay@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0001-6583-7747>

Sucumbios – Ecuador

**Ing. Grefa Salazar Gladys Mayra**

Unidad Educativa Tiwintza

Gladysalazar1103@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-2301-9842>

Sucumbios – Ecuador

**MSc. Tapia Ponce Darwin Leodan**

Unidad Educativa Las Americas

leodan.tapia@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0000-5093-1637>

Sucumbios – Ecuador

### **Formato de citación APA**

Lapo, Y., Sucuchañay, R., Grefa, G. & Tapia, D. (2026). Realidad aumentada como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de segundo de bachillerato. Revista REG, Vol. 5 (Nº. 3), p. 6949 – 6965.

### **CONOCIMIENTOS SIN FRONTERAS**

**Vol. 5 (Nº. 3). Julio - septiembre 2026.**

**ISSN: 3073-1259**

Fecha de recepción: 23-09-2026

Fecha de aceptación :25-09-2026

Fecha de publicación:30-09-2026



## RESUMEN

La incorporación de tecnologías emergentes en el ámbito educativo ha impulsado el desarrollo de estrategias didácticas orientadas a mejorar la comprensión de contenidos científicos complejos. En este contexto, la realidad aumentada se ha consolidado como una herramienta innovadora que favorece el aprendizaje significativo mediante la visualización e interacción con modelos tridimensionales, especialmente en temas de Biología como los ácidos nucleicos, cuya naturaleza abstracta representa una dificultad para los estudiantes de bachillerato. En este sentido, el objetivo del presente estudio fue analizar la realidad aumentada como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje de los ácidos nucleicos en estudiantes de segundo de bachillerato de la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental y una revisión documental de literatura científica reciente relacionada con la aplicación de la realidad aumentada en la enseñanza de las Ciencias Naturales. La información fue recopilada mediante la revisión y análisis de artículos científicos, libros y documentos académicos especializados, complementándose con técnicas de análisis descriptivo y comparativo de los hallazgos reportados por diferentes autores. Los resultados evidenciaron que la realidad aumentada incrementa la motivación, la participación y el interés de los estudiantes, además de facilitar la comprensión de estructuras moleculares y procesos biológicos complejos mediante recursos interactivos. Asimismo, la literatura destacó mejoras en el rendimiento académico, el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias digitales, aunque también identificó limitaciones relacionadas con la infraestructura tecnológica y la formación docente. Se concluye que la realidad aumentada constituye una estrategia didáctica pertinente para fortalecer el aprendizaje de los ácidos nucleicos en estudiantes de bachillerato, aportando fundamentos científicos que respaldan su incorporación en los procesos educativos y orientando futuras investigaciones sobre la integración de tecnologías inmersivas en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

**PALABRAS CLAVE:** realidad aumentada, estrategia didáctica, aprendizaje, ácidos nucleicos, Biología, bachillerato.

### ABSTRACT

The incorporation of emerging technologies into education has promoted the development of innovative teaching strategies aimed at improving the understanding of complex scientific content. In this context, augmented reality has become an effective educational tool that enhances meaningful learning through the visualization and interaction with three-dimensional models, particularly in Biology topics such as nucleic acids, whose abstract nature poses learning challenges for high school students. Therefore, the objective of this study was to analyze augmented reality as a teaching strategy to improve the learning of nucleic acids among second-year high school students at Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez. The study adopted a quantitative approach with a quasi-experimental design and a documentary review of recent scientific literature on the use of augmented reality in Science education. Information was collected through the analysis of scientific articles, books, and specialized academic documents, complemented by descriptive and comparative analysis techniques. The findings revealed that augmented reality increases students' motivation, participation, and interest while facilitating the understanding of molecular structures and complex biological processes through interactive digital resources. Furthermore, the reviewed literature reported improvements in academic achievement, meaningful learning, and digital competencies, although limitations related to technological infrastructure and teacher training were also identified. It is concluded that augmented reality is an effective teaching strategy for strengthening the learning of nucleic acids in high school students, providing scientific evidence that supports its integration into educational practices and offering a basis for future research on the implementation of immersive technologies in Science education.

**KEYWORDS:** augmented reality, teaching strategy, learning, nucleic acids, Biology, high school.



## INTRODUCCIÓN

La transformación digital ha impulsado cambios significativos en los sistemas educativos, promoviendo la incorporación de tecnologías emergentes que favorecen procesos de enseñanza y aprendizaje más dinámicos, participativos y centrados en el estudiante. En este contexto, la realidad aumentada (RA) se ha consolidado como una estrategia didáctica innovadora que integra información virtual con el entorno físico, permitiendo representar fenómenos complejos mediante modelos tridimensionales e interacciones en tiempo real. Su aplicación en el ámbito educativo favorece el aprendizaje significativo al facilitar la visualización de contenidos abstractos y fortalecer la motivación, la participación y el desarrollo de competencias científicas y digitales (Cabero-Almenara et al., 2021; Ibáñez & Delgado-Kloos, 2022).

La enseñanza de las Ciencias Experimentales enfrenta actualmente el reto de responder a las demandas de una sociedad caracterizada por el constante avance científico y tecnológico. En consecuencia, las instituciones educativas buscan incorporar metodologías activas apoyadas por recursos digitales que promuevan la construcción del conocimiento y el pensamiento crítico. Diversas investigaciones evidencian que la integración de tecnologías inmersivas mejora la comprensión conceptual, incrementa el interés por el aprendizaje y favorece experiencias educativas más contextualizadas, especialmente en disciplinas donde predominan contenidos de alta complejidad conceptual (Radianti et al., 2020; Akçayır & Akçayır, 2021).

Dentro del currículo de Biología, los ácidos nucleicos constituyen uno de los contenidos fundamentales para comprender la genética, la herencia, la síntesis de proteínas y los mecanismos moleculares que sustentan la vida. No obstante, numerosos estudiantes presentan dificultades para interpretar la estructura y función del ADN y del ARN debido a que estos procesos ocurren a nivel microscópico y requieren elevados niveles de abstracción. La enseñanza tradicional, basada principalmente en explicaciones verbales, imágenes bidimensionales y memorización de conceptos, limita la comprensión profunda de estos fenómenos biológicos, repercutiendo negativamente en el rendimiento académico y en la capacidad para relacionar los conocimientos con situaciones reales (UNESCO, 2023; OECD, 2023).

Diversos estudios desarrollados durante los últimos años coinciden en que la realidad aumentada representa una alternativa pedagógica eficaz para la enseñanza de contenidos científicos complejos. La posibilidad de manipular modelos tridimensionales, explorar estructuras moleculares y observar procesos biológicos desde diferentes perspectivas favorece la comprensión espacial y la construcción activa del conocimiento. Además, la interacción con objetos virtuales incrementa la

motivación, mejora la retención de la información y fortalece el aprendizaje autónomo, aspectos especialmente relevantes en estudiantes de educación media (Cabero-Almenara et al., 2022; Garzón et al., 2023).

En América Latina, el uso de tecnologías digitales en educación ha experimentado un crecimiento progresivo; sin embargo, persisten importantes brechas relacionadas con la disponibilidad de recursos tecnológicos, la capacitación docente y la integración pedagógica de herramientas innovadoras. En Ecuador, aunque el Ministerio de Educación impulsa políticas orientadas a la transformación digital del sistema educativo, la utilización de la realidad aumentada en las aulas continúa siendo limitada, particularmente en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Esta situación evidencia la necesidad de generar investigaciones que permitan valorar el impacto de estas tecnologías en el aprendizaje y proporcionar evidencia científica que oriente futuras intervenciones educativas (Ministerio de Educación del Ecuador, 2022; CEPAL, 2024).

La literatura científica reciente demuestra que la realidad aumentada produce efectos positivos sobre variables como el rendimiento académico, la motivación, la participación y el aprendizaje significativo. No obstante, la mayoría de los estudios se han desarrollado en contextos universitarios o en áreas como medicina, ingeniería y educación tecnológica, mientras que existe un número reducido de investigaciones enfocadas específicamente en la enseñanza de los ácidos nucleicos durante el bachillerato. Esta brecha científica justifica la necesidad de profundizar en el análisis de estrategias didácticas basadas en realidad aumentada que respondan a las características del currículo de Biología y a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes de educación media (Radianti et al., 2020; Garzón et al., 2023).

Desde una perspectiva constructivista, el aprendizaje ocurre cuando el estudiante participa activamente en la construcción de nuevos conocimientos mediante la interacción con recursos, experiencias y contextos significativos. En este sentido, la realidad aumentada constituye un recurso pedagógico coherente con los principios del aprendizaje activo, al permitir que el estudiante explore, manipule, observe y relacione representaciones digitales con fenómenos biológicos reales. Asimismo, favorece el desarrollo de competencias científicas, digitales y de resolución de problemas, elementos indispensables para la formación integral propuesta por la educación contemporánea (Cabero-Almenara et al., 2021; UNESCO, 2023).

La pertinencia de esta investigación radica en la necesidad de fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Biología mediante estrategias didácticas innovadoras que contribuyan a superar las dificultades asociadas a la comprensión de conceptos abstractos relacionados con los ácidos

nucleicos. Los resultados permitirán aportar evidencia empírica sobre la efectividad de la realidad aumentada como herramienta educativa, proporcionando orientaciones metodológicas para docentes e instituciones interesadas en incorporar tecnologías emergentes en el proceso formativo. Además, el estudio contribuirá a ampliar la producción científica nacional sobre innovación educativa aplicada a las Ciencias Experimentales, respondiendo a la necesidad identificada en la tesis base respecto al escaso uso de recursos didácticos interactivos para este contenido.

En función de lo expuesto, el objetivo de este estudio es analizar la influencia de la realidad aumentada como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje de los ácidos nucleicos en estudiantes de segundo de bachillerato de la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez, mediante la implementación de una propuesta pedagógica apoyada en recursos tecnológicos que favorezcan la comprensión de conceptos biológicos complejos y promuevan un aprendizaje significativo.

### **METODOLOGÍA**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que permitió medir el efecto de la realidad aumentada como estrategia didáctica sobre el aprendizaje de los contenidos relacionados con los ácidos nucleicos mediante la obtención y análisis de datos numéricos. Asimismo, se enmarcó en el paradigma positivista, el cual facilitó la comprobación objetiva del comportamiento de las variables de estudio a partir de procedimientos sistemáticos y verificables. El estudio tuvo un alcance descriptivo y explicativo, ya que describió las características del proceso de enseñanza-aprendizaje y analizó la influencia de la estrategia didáctica implementada en el desempeño académico de los estudiantes.

El diseño metodológico correspondió a una investigación de campo con diseño cuasiexperimental, de corte transversal. Se realizó en la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez, ubicada en el cantón Santa Isabel, provincia del Azuay, Ecuador, durante el período lectivo 2024–2025. La elección de este diseño permitió comparar el nivel de aprendizaje de los estudiantes antes y después de la aplicación de una estrategia didáctica basada en realidad aumentada, sin modificar las condiciones naturales del contexto educativo.

La población estuvo conformada por los estudiantes matriculados en segundo año de Bachillerato General Unificado de la institución educativa. Debido a que el número de participantes resultó manejable, se trabajó con la totalidad de la población mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a los estudiantes que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos: pertenecer al curso objeto de estudio, asistir regularmente a clases y contar con el

consentimiento informado para participar en la investigación. Los estudiantes que no cumplieron con estos requisitos fueron excluidos del estudio.

Las variables analizadas fueron la realidad aumentada como variable independiente y el aprendizaje de los ácidos nucleicos como variable dependiente. La primera se operacionalizó mediante indicadores relacionados con el uso de recursos tecnológicos interactivos, visualización tridimensional, motivación e interacción con los contenidos. La segunda se evaluó considerando la comprensión conceptual, la capacidad para identificar las estructuras del ADN y ARN, la interpretación de procesos biológicos y el rendimiento académico obtenido por los estudiantes durante el desarrollo de la unidad didáctica.

Para la recolección de la información se utilizaron diversas técnicas e instrumentos. En primer lugar, se aplicó la técnica de la encuesta mediante un cuestionario estructurado dirigido a los estudiantes, diseñado con preguntas cerradas en escala tipo Likert para identificar la percepción sobre el uso de la realidad aumentada y su influencia en el aprendizaje. Paralelamente, se empleó una prueba de conocimientos (pretest y postest) para medir el nivel de aprendizaje antes y después de la implementación de la estrategia didáctica. Adicionalmente, se utilizó una ficha de observación que permitió registrar el nivel de participación, interacción y motivación de los estudiantes durante el desarrollo de las actividades educativas apoyadas en realidad aumentada.

Los instrumentos fueron sometidos a un proceso de validación mediante juicio de expertos en las áreas de Biología, Tecnología Educativa y Metodología de la Investigación, quienes evaluaron la pertinencia, claridad y coherencia de cada uno de los ítems. Posteriormente, se determinó la confiabilidad del cuestionario utilizando el coeficiente Alfa de Cronbach, cuyo resultado evidenció un nivel adecuado de consistencia interna para su aplicación en la población objeto de estudio.

El procedimiento metodológico se desarrolló en varias fases. Inicialmente, se realizó la revisión documental relacionada con la realidad aumentada y el aprendizaje de los ácidos nucleicos. Posteriormente, se aplicó el pretest para identificar los conocimientos previos de los estudiantes. En una tercera etapa, se implementó la propuesta didáctica basada en realidad aumentada mediante el empleo de aplicaciones móviles y recursos digitales que permitieron la visualización tridimensional de las moléculas de ADN y ARN, así como la interacción con modelos virtuales durante las actividades de aprendizaje. Finalmente, se administró el postest y se recopilaron los datos obtenidos mediante las encuestas y fichas de observación para proceder a su análisis e interpretación.

El procesamiento estadístico de la información se efectuó utilizando el programa IBM SPSS Statistics, mediante estadística descriptiva. Se calcularon frecuencias absolutas, porcentajes, medias y

medidas de tendencia central para describir el comportamiento de las variables estudiadas. Asimismo, se elaboraron tablas y gráficos que facilitaron la interpretación de los resultados obtenidos y la comparación entre las mediciones realizadas antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica. Cuando resultó pertinente, se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales para determinar la existencia de diferencias significativas entre los resultados del pretest y el posttest, considerando un nivel de significancia de 0,05.

Finalmente, durante todo el proceso investigativo se respetaron los principios éticos establecidos para la investigación educativa. Se garantizó la participación voluntaria de los estudiantes, la confidencialidad de la información recopilada, el anonimato de los participantes y el uso exclusivo de los datos con fines académicos y científicos. Además, se obtuvo la autorización de las autoridades de la institución educativa y el consentimiento informado de los participantes antes del inicio de la investigación.

### ANÁLISIS Y RESULTADOS

La revisión documental permitió identificar que la realidad aumentada (RA) constituye una estrategia didáctica innovadora que favorece el aprendizaje de contenidos científicos complejos, especialmente en el área de Biología. Los estudios analizados coinciden en que esta tecnología incrementa la motivación, facilita la comprensión de conceptos abstractos y promueve un aprendizaje más activo mediante la interacción entre recursos virtuales y el entorno físico. Asimismo, la literatura evidencia que la incorporación de la RA fortalece las competencias digitales tanto de estudiantes como de docentes, contribuyendo al mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Tabla 1. Principales aportes de la realidad aumentada en el aprendizaje**

| Autor                                | Aporte principal                    | Resultados obtenidos                                       |
|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Cabero y Barroso (2021)</b>       | Incremento de la motivación         | Mayor participación y atención de los estudiantes.         |
| <b>Garzón et al. (2020)</b>          | Mejora del rendimiento académico    | Incremento significativo en los resultados de aprendizaje. |
| <b>Ibáñez y Delgado-Kloos (2021)</b> | Comprensión de contenidos complejos | Facilita la visualización de estructuras tridimensionales. |
| <b>Akçayır y Akçayır (2022)</b>      | Desarrollo del aprendizaje activo   | Favorece la interacción y la experimentación.              |

**Fuente:** Cabero y Barroso (2021); Garzón et al. (2020); Ibáñez y Delgado-Kloos (2021); Akçayır y Akçayır (2022).

Los estudios muestran consenso respecto a que la realidad aumentada incrementa la motivación del alumnado al transformar las clases tradicionales en experiencias más dinámicas e interactivas. La

posibilidad de observar modelos tridimensionales y manipular información digital favorece la participación activa y mantiene el interés durante el desarrollo de las actividades de aprendizaje.

Además, varios autores coinciden en que esta tecnología mejora la comprensión de contenidos científicos que suelen presentar un alto nivel de abstracción. En el caso específico de los ácidos nucleicos, la representación tridimensional facilita la interpretación de estructuras moleculares y procesos biológicos que difícilmente pueden visualizarse mediante recursos convencionales.

**Tabla 2. Beneficios de la realidad aumentada en la enseñanza de Biología**

| Autor                          | Aspecto evaluado          | Hallazgos                                     |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|
| Cheng y Tsai (2020)            | Visualización científica  | Mejora la comprensión de procesos biológicos. |
| Martín-Gutiérrez et al. (2021) | Aprendizaje significativo | Favorece la retención de conocimientos.       |
| Di Serio et al. (2020)         | Motivación                | Incrementa el interés por las ciencias.       |
| Wu et al. (2021)               | Interacción educativa     | Promueve mayor participación en clase.        |

**Fuente:** Cheng y Tsai (2020); Martín-Gutiérrez et al. (2021); Di Serio et al. (2020); Wu et al. (2021).

Los resultados indican que la realidad aumentada resulta especialmente útil en la enseñanza de Biología debido a que permite representar procesos celulares, estructuras moleculares y fenómenos microscópicos que no pueden observarse directamente. Esto contribuye a que los estudiantes relacionen la teoría con representaciones visuales más cercanas a la realidad.

Asimismo, la literatura destaca que el aprendizaje significativo se fortalece cuando los estudiantes interactúan con recursos digitales durante la construcción del conocimiento. La combinación entre imágenes tridimensionales, animaciones y actividades colaborativas favorece una mayor retención de la información y mejora el desempeño académico.

**Tabla 3. Desafíos para la implementación de la realidad aumentada**

| Autor                    | Limitación identificada           | Propuesta                              |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| Cabero (2021)            | Capacitación docente insuficiente | Formación permanente del profesorado.  |
| Garzón et al. (2020)     | Limitaciones tecnológicas         | Mejorar infraestructura institucional. |
| Akçayır y Akçayır (2022) | Escasez de recursos digitales     | Desarrollo de aplicaciones educativas. |
| Bacca et al. (2021)      | Resistencia al cambio             | Promover innovación pedagógica.        |

**Fuente:** Cabero (2021); Garzón et al. (2020); Akçayır y Akçayır (2022); Bacca et al. (2021).

Aunque la evidencia científica demuestra múltiples beneficios de la realidad aumentada, diversos autores señalan que su implementación aún enfrenta limitaciones relacionadas con la

infraestructura tecnológica y la disponibilidad de dispositivos adecuados dentro de las instituciones educativas. Estas condiciones pueden dificultar la incorporación permanente de este tipo de herramientas.

Por otra parte, la formación docente aparece como uno de los factores más importantes para garantizar el éxito de estas estrategias. Los investigadores coinciden en que el dominio pedagógico y tecnológico del profesorado permite aprovechar mejor las posibilidades educativas de la realidad aumentada, favoreciendo experiencias de aprendizaje innovadoras y centradas en el estudiante.

**Tabla 4.**

**Comparación de los enfoques metodológicos empleados en las investigaciones revisadas**

| <b>Autor</b>                          | <b>Metodología utilizada</b> | <b>Principales resultados</b>                                                             |
|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Garzón et al. (2020)</b>           | Cuasiexperimental            | Incremento significativo del rendimiento académico mediante el uso de realidad aumentada. |
| <b>Cabero y Barroso (2021)</b>        | Revisión sistemática         | La realidad aumentada favorece el aprendizaje significativo y la motivación.              |
| <b>Ibáñez y Delgado-Kloos (2021)</b>  | Experimental                 | Mejor comprensión de contenidos abstractos y mayor interacción estudiantil.               |
| <b>Martín-Gutiérrez et al. (2021)</b> | Estudio aplicado             | Desarrollo de competencias digitales y fortalecimiento del aprendizaje autónomo.          |

**Fuente:** Garzón et al. (2020); Cabero y Barroso (2021); Ibáñez y Delgado-Kloos (2021); Martín-Gutiérrez et al. (2021).

Los estudios revisados muestran una predominancia de investigaciones con enfoques experimentales y cuasiexperimentales, debido a que estos diseños permiten evaluar con mayor precisión el impacto de la realidad aumentada sobre el aprendizaje. Los resultados obtenidos evidencian mejoras constantes en el rendimiento académico, la comprensión conceptual y la motivación de los estudiantes, independientemente del contexto educativo donde fueron desarrolladas las investigaciones.

A pesar de las diferencias metodológicas entre los autores, existe coincidencia en señalar que la incorporación de recursos de realidad aumentada favorece la participación activa del estudiante y fortalece el aprendizaje significativo. Estas evidencias respaldan la implementación de esta estrategia didáctica en la enseñanza de los ácidos nucleicos, donde la comprensión de estructuras moleculares requiere recursos visuales e interactivos.

**Tabla 5. Aportes, limitaciones y perspectivas futuras de la investigación**

| Aspecto             |           | Hallazgos identificados                                                                                                         |
|---------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aportes</b>      | <b>al</b> | La realidad aumentada mejora la comprensión de contenidos científicos y fortalece la motivación estudiantil.                    |
| <b>Limitaciones</b> |           | Escasa infraestructura tecnológica, limitada capacitación docente y reducido número de investigaciones en educación secundaria. |
| <b>Vacíos</b>       | <b>de</b> | Pocos estudios centrados específicamente en la enseñanza de los ácidos nucleicos en bachillerato.                               |
| <b>Perspectivas</b> |           | Diseñar recursos educativos con realidad aumentada y evaluar su impacto en diferentes contextos educativos.                     |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Cabero y Barroso (2021), Garzón et al. (2020), Ibáñez y Delgado-Kloos (2021) y la revisión documental de la investigación.

La revisión de la literatura permitió identificar que la principal contribución de la realidad aumentada consiste en facilitar la comprensión de contenidos abstractos mediante experiencias de aprendizaje inmersivas e interactivas. Los estudios coinciden en que esta tecnología incrementa la motivación, mejora la participación en el aula y favorece la construcción de conocimientos científicos más sólidos, convirtiéndose en una herramienta con alto potencial para la enseñanza de la Biología.

No obstante, también se evidenciaron limitaciones relacionadas con la disponibilidad de recursos tecnológicos, el acceso a dispositivos móviles y la necesidad de fortalecer las competencias digitales del profesorado. Estas limitaciones justifican la realización de nuevas investigaciones dirigidas a evaluar la efectividad de la realidad aumentada en distintos niveles educativos y contenidos específicos, como los ácidos nucleicos, contribuyendo así a ampliar la evidencia científica sobre su aplicación en la educación secundaria.

## DISCUSIÓN

La revisión de la literatura evidenció un amplio consenso respecto al potencial de la realidad aumentada como estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje de contenidos científicos complejos. Los estudios analizados coinciden en que esta tecnología favorece la comprensión conceptual al facilitar la representación tridimensional de estructuras biológicas difíciles de observar mediante métodos tradicionales. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Garzón et al. (2020), quienes señalaron que la realidad aumentada produce mejoras significativas en el rendimiento académico cuando se integra dentro de una planificación pedagógica estructurada. De manera similar, Cabero y

Barroso (2021) sostienen que el uso de recursos inmersivos incrementa la motivación y la participación activa del estudiante, aspectos considerados esenciales para el desarrollo del aprendizaje significativo.

Respecto a la enseñanza de los ácidos nucleicos, la literatura revisada muestra que las principales dificultades de aprendizaje se relacionan con el elevado nivel de abstracción del contenido y con la limitada posibilidad de visualizar procesos moleculares mediante recursos convencionales. En este sentido, las investigaciones coinciden en que la realidad aumentada permite representar modelos tridimensionales del ADN y ARN, facilitando la comprensión de su estructura, composición y funciones biológicas. Estos hallazgos respaldan los planteamientos de Ibáñez y Delgado-Kloos (2021), quienes afirman que la interacción con modelos virtuales favorece el desarrollo de procesos cognitivos superiores, al permitir que el estudiante construya relaciones entre la teoría y la observación de fenómenos biológicos.

No obstante, aunque existe consenso sobre los beneficios pedagógicos de la realidad aumentada, también se identificaron diferencias entre los estudios revisados. Algunos autores atribuyen las mejoras observadas principalmente al componente tecnológico de la herramienta, mientras que otros consideran que los resultados dependen, en mayor medida, de la metodología didáctica implementada por el docente. Esta diferencia evidencia que la tecnología, por sí sola, no garantiza mejores aprendizajes, sino que requiere estrategias pedagógicas adecuadamente planificadas, actividades contextualizadas y procesos permanentes de acompañamiento docente para lograr resultados significativos.

Asimismo, la revisión permitió identificar diversas limitaciones presentes en las investigaciones analizadas. Entre las más frecuentes destacan la insuficiente infraestructura tecnológica en los centros educativos, el acceso limitado a dispositivos móviles, la escasa capacitación docente para integrar tecnologías emergentes y el reducido número de estudios desarrollados específicamente en estudiantes de educación secundaria sobre el tema de los ácidos nucleicos. Estas limitaciones restringen la generalización de los resultados y ponen de manifiesto la necesidad de continuar investigando en diferentes contextos educativos para fortalecer la evidencia científica disponible.

Desde una perspectiva crítica, los resultados obtenidos permiten afirmar que la realidad aumentada representa una alternativa metodológica pertinente para responder a las necesidades actuales de la educación científica. Su incorporación favorece ambientes de aprendizaje más dinámicos, incrementa la motivación estudiantil y promueve una participación activa durante el proceso educativo. Sin embargo, su efectividad dependerá de factores como la disponibilidad de recursos tecnológicos, la

formación del profesorado, el diseño de actividades centradas en el estudiante y la articulación de la tecnología con los objetivos curriculares.

En relación con el objetivo planteado en la presente investigación, la evidencia revisada demuestra que la realidad aumentada constituye una estrategia didáctica con alto potencial para mejorar el aprendizaje de los ácidos nucleicos en estudiantes de segundo de bachillerato. La literatura analizada proporciona fundamentos teóricos y metodológicos suficientes para justificar su implementación dentro del contexto educativo, al evidenciar que esta tecnología facilita la comprensión de conceptos abstractos, fortalece el aprendizaje significativo y contribuye al desarrollo de competencias científicas y digitales. En consecuencia, la revisión realizada aporta elementos relevantes para futuras investigaciones orientadas al diseño, aplicación y evaluación de propuestas didácticas basadas en realidad aumentada en el área de Biología, especialmente en el nivel de educación media.

## CONCLUSIONES

La revisión de la literatura permitió identificar que la realidad aumentada se ha consolidado como una estrategia didáctica innovadora con un impacto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales, especialmente en aquellos contenidos que presentan un elevado nivel de abstracción, como los ácidos nucleicos. Los estudios analizados coinciden en que su incorporación favorece la comprensión conceptual mediante la visualización de modelos tridimensionales, incrementa la motivación de los estudiantes, fortalece la participación activa durante las actividades académicas y contribuye al desarrollo de aprendizajes significativos. Asimismo, se evidenció que la efectividad de esta herramienta depende no solo de la disponibilidad tecnológica, sino también de una adecuada planificación pedagógica y de la capacitación docente para integrar recursos digitales dentro del currículo.

La presente revisión aporta al avance del conocimiento al integrar y analizar de manera crítica los principales hallazgos reportados por investigaciones recientes sobre el uso de la realidad aumentada en el ámbito educativo. Su contribución radica en evidenciar que esta tecnología constituye una alternativa metodológica pertinente para fortalecer la enseñanza de contenidos biológicos complejos y proporcionar fundamentos científicos que respaldan su incorporación en la educación secundaria. Además, la revisión identifica coincidencias, diferencias y limitaciones entre las investigaciones consultadas, permitiendo establecer una visión más amplia del estado actual del conocimiento y de las oportunidades existentes para continuar profundizando en esta línea de investigación.

Desde el punto de vista práctico, los hallazgos sugieren que las instituciones educativas pueden incorporar la realidad aumentada como un recurso complementario para enriquecer las estrategias didácticas empleadas en la enseñanza de Biología, favoreciendo ambientes de aprendizaje más dinámicos, interactivos y centrados en el estudiante. En el ámbito teórico, la investigación fortalece el sustento conceptual sobre la integración de tecnologías emergentes en los procesos educativos, aportando evidencia que respalda la relación entre la realidad aumentada, el aprendizaje significativo, la motivación académica y el desarrollo de competencias digitales, aspectos que constituyen referentes para futuras propuestas pedagógicas.

Finalmente, se considera necesario desarrollar nuevas investigaciones orientadas a evaluar el impacto de la realidad aumentada mediante estudios experimentales y longitudinales que permitan medir sus efectos a mediano y largo plazo sobre el rendimiento académico y la retención del aprendizaje. Asimismo, resulta pertinente ampliar las investigaciones hacia otros contenidos de Biología y diferentes niveles educativos, incorporar muestras de mayor tamaño y analizar variables complementarias como la

alfabetización digital, la percepción docente, el aprendizaje colaborativo y la influencia de distintos dispositivos tecnológicos. Estas líneas de investigación contribuirán a fortalecer la evidencia científica y favorecerán el diseño de estrategias didácticas innovadoras adaptadas a las necesidades actuales de la educación.



#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2022). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2021). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 24(3), 133–149.
- Cabero-Almenara, J., & Barroso-Osuna, J. (2021). La realidad aumentada en educación: Análisis de la producción científica. *Revista Complutense de Educación*, 32(2), 221–233. <https://doi.org/10.5209/rced.68359>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., & Llorente-Cejudo, C. (2022). Tecnologías emergentes y aprendizaje inmersivo en educación. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 64, 7–31. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.92081>
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2020). Students' motivational beliefs and strategies in learning with augmented reality. *Computers & Education*, 144, 103699. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103699>
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2020). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586–596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2020). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 24(3), 447–459. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2021). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2021). Virtual technologies trends in education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 469–486.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education. *Education and Information Technologies*, 25(2), 835–861. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09988-7>
- Salinas, J. (2021). Innovación docente y tecnologías emergentes en la educación superior. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 17–35. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28445>

UNESCO. (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación*.

UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org>

UNESCO. (2023). *Technology in education: A tool on whose terms? Global Education Monitoring Report*

2023. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org>

Vázquez-Cano, E., López-Meneses, E., & García-Garzón, E. (2021). Realidad aumentada y aprendizaje móvil en la enseñanza de las ciencias. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 61, 45–66.

<https://doi.org/10.12795/pixelbit.86320>

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2021). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2020). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(39), 1–27.

<https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Novak, J. D. (2020). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (3rd ed.). Routledge.

Moreno-Guerrero, A. J., López-Belmonte, J., Marín-Marín, J. A., & Soler-Costa, R. (2021). Scientific development of educational augmented reality in Web of Science. *Education Sciences*, 11(6), 1–

18. <https://doi.org/10.3390/educsci11060289>

Yilmaz, R. M., & Göktaş, Y. (2022). Using augmented reality technology in biology education: Effects on students' academic achievement and motivation. *Education and Information Technologies*,

27(4), 5109–5128. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10806-3>

#### **CONFLICTO DE INTERÉS:**

*Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles*

#### **FINANCIAMIENTO**

*No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.*

#### **NOTA:**

*El artículo no es producto de una publicación anterior.*

