

Integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la enseñanza de Biología

Integration of Information and Communication Technologies in the teaching of Biology

Recibido: 14/12/2025 | Aceptado: 22/02/2026 | Publicado: 23/03/2026

Pedro Samuel Hernández Jiménez^{1*}

Yoval Malagón García²

Dainelys Falcón Corrales³

Madeleydi Acanda Torres⁴

^{1*} Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca", Cuba; pedrosamuelhernandezjimenez@gmail.com; ID ORCID <https://orcid.org/0009-0002-6457-2887>

² Universidad de la Ciencias Informáticas de La Habana, Cuba; ymgarcia@gmail.com; ID ORCID <https://orcid.org/0009-0003-1328-9739>

³ Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca", Cuba; dainelysfalcon963@gmail.com; ID ORCID <https://orcid.org/0009-0002-6744-1196>

⁴ Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca", Cuba; madeleydiacanda@gmail.com; ID ORCID <https://orcid.org/0009-0003-2866-7157>

Resumen:

En el contexto de la pedagogía contemporánea, las Tecnologías de la Información y la Comunicación emergen como catalizadores del Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Biología, promoviendo entornos interactivos y motivacionales en el ámbito escolar. Sin embargo, persisten desafíos como la baja motivación estudiantil y brechas en competencias digitales, lo que evidencia la necesidad de una revisión sistemática sobre su impacto efectivo. De ahí que la presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis sistemático sobre la importancia del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la enseñanza de la Biología. Se empleó un enfoque cualitativo con diseño documental, mediante revisión bibliográfica en bases de datos como Scopus y

SciELO, seleccionándose publicaciones entre 2015-2025 en español e inglés según criterios de pertinencia a la temática y actualidad científica; de 108 registros iniciales, se depuraron duplicados y se analizaron 25 fuentes relevantes. Los resultados evidenciaron que herramientas como realidad virtual, simuladores celulares y videos interactivos incrementaron la comprensión conceptual, la motivación estudiantil y las competencias digitales en temas complejos como mitosis y ecosistemas. En conclusión, las TIC optimizan significativamente la enseñanza de la Biología, por lo que se recomienda su integración curricular respaldada por formación docente para maximizar su impacto en contextos educativos.



Palabras clave: aprendizaje; enseñanza de la Biología; pedagogía contemporánea; tecnologías de la información.

Abstract:

In the context of contemporary pedagogy, Information and Communication Technologies (ICT) are emerging as catalysts for the teaching and learning process in biology, promoting interactive and motivational environments in schools. However, challenges such as low student motivation and gaps in digital skills persist, highlighting the need for a systematic review of their effective impact. Hence, the present research aims to conduct a systematic analysis of the importance of using Information and Communication Technologies in the teaching of biology. A qualitative approach with a documentary design was used, through a literature

review in databases such as Scopus and SciELO, selecting publications between 2015-2025 in Spanish and English according to criteria of relevance to the subject and scientific topicality; from 108 initial records, duplicates were removed and 25 relevant sources were analyzed. The results showed that tools such as virtual reality, cell simulators, and interactive videos increased conceptual understanding, student motivation, and digital skills in complex topics such as mitosis and ecosystems. In conclusion, ICT significantly optimizes the teaching of biology, and its integration into the curriculum, supported by teacher training, is recommended to maximize its impact in educational contexts.

Keywords: learning; biology teaching; contemporary pedagogy; information technologies.

Introducción

El aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos educativos ha transformado de manera significativa la enseñanza de las ciencias, especialmente la Biología, disciplina que requiere la visualización de fenómenos, el análisis de procesos complejos y la interacción con recursos experimentales difíciles de reproducir en el aula tradicional.

En el contexto educativo, las TIC ofrecen una amplia gama de herramientas, recursos, medios y formatos que habilitan estrategias didácticas innovadoras para promover la construcción activa del conocimiento, tales como aulas virtuales, blogs educativos, evaluaciones en línea, aprendizaje móvil, realidad virtual y entornos 3D inmersivos. Sin embargo, su efectividad radica en la habilidad para incorporarlas al currículo escolar y diseñar experiencias de aprendizaje adaptadas individualmente, convirtiendo el aula en un espacio colaborativo y dinámico (Briede et al., 2015).

Diversas investigaciones han demostrado que el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas superiores en los estudiantes, al favorecer un aprendizaje más activo y significativo. Campos-Granados et al., (2021) muestran que las TIC mejoran la comprensión de contenidos complejos mediante simulaciones y recursos visuales interactivos, lo que resulta especialmente útil en la enseñanza de conceptos biológicos abstractos. Alcívar-Alcívar & Alcívar-Alcívar (2021) evidencian que el uso de plataformas digitales potencia la adquisición de aprendizajes significativos en Biología y favorece el desarrollo integral del estudiante, al alinearse con el perfil de salida del currículo nacional ecuatoriano. Moreno-Mediavilla et al., (2023) subrayan que las TIC, especialmente las simulaciones virtuales, inciden positivamente en la motivación y en la comprensión conceptual de la ciencia.

Pico Tuarez & Oviedo (2023) destacan que las herramientas digitales facilitan la construcción colaborativa del conocimiento, favoreciendo el trabajo en equipo y el intercambio de ideas en contextos de ciencias. Hernández-Jiménez et al., (2024) señalan que las TIC promueven la participación activa del estudiante, transformando la clase en un espacio más dinámico y centrado en la resolución de problemas reales. A pesar de estos aportes, la mayoría de las investigaciones se centran en contextos generales de ciencias o educación, sin ofrecer una síntesis sistemática centrada específicamente en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Biología (PEAB), lo que justifica la necesidad de un análisis integral que organice, compare y problematice dichos hallazgos desde una perspectiva pedagógica y disciplinar.

Emplear las TIC para abordar situaciones de aprendizaje resulta clave distinguir entre enfoques que simplemente aplican la tecnología en contextos educativos y aquellos que la integran como elemento constitutivo del entorno donde se diseñan y desarrollan dichas situaciones en espacios digitales. Por tanto, esta investigación tiene como objetivo realizar un análisis sistemático sobre la importancia del uso de las TIC en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Biología (PEAB), dada su importancia y relevancia en la pedagogía contemporánea.

Materiales y métodos

Esta investigación adoptó un enfoque cualitativo con un diseño documental, basado en un análisis sistemático de fuentes científicas para evaluar el potencial de las TIC en la enseñanza de la Biología. Se optó por un enfoque cualitativo porque permitió cuantificar, categorizar y comparar de forma objetiva la producción científica existente, facilitando la identificación de patrones, frecuencias y tendencias en el uso de las TIC en este campo, más allá de una simple descripción cualitativa. El diseño documental se consideró adecuado al tratarse de una revisión sistemática de literatura, en la que el objeto de estudio son los documentos científicos publicados y no datos empíricos recogidos directamente de sujetos.

Este estudio se fundamenta en los principios de la revisión sistemática, entendida como un método riguroso, transparente y reproducible para identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre un tema específico. El proceso siguió un protocolo estructurado que incluyó: 1) la formulación de una pregunta de investigación clara y acotada sobre el uso de las TIC en la enseñanza de la Biología; 2) la definición explícita de criterios de inclusión y exclusión; 3) la búsqueda sistemática en bases de datos académicas; 4) la selección de estudios mediante revisión por títulos, resúmenes y texto completo; 5) la extracción y organización de datos mediante fichas estandarizadas; y 6) el análisis crítico y la síntesis de resultados, con el fin de identificar patrones, tendencias y vacíos de conocimiento en el campo. Esta aproximación permite superar los sesgos propios de revisiones narrativas y garantiza que la evidencia se integre de manera ordenada y fundamentada.

Para garantizar rigor y transparencia, se definieron criterios de inclusión y exclusión de forma explícita. Se incluyeron trabajos de investigación empírica, revisiones y estudios teóricos centrados en el uso de TIC en la enseñanza de la Biología en contextos escolares (educación secundaria y universitaria), publicados entre 2015 y 2025, en español e inglés, con acceso completo al texto y que reportaran resultados sobre impacto en el aprendizaje, estrategias didácticas o experiencias de integración de TIC. Se excluyeron documentos sin referato, opiniones no sustentadas, resúmenes de congresos sin desarrollo metodológico claro, trabajos centrados exclusivamente en otras áreas del conocimiento o en niveles educativos no escolares, así como aquellos que no permitían identificar el tipo de recurso TIC utilizado o los resultados de aprendizaje asociados.

La búsqueda se realizó en bases de datos académicas reconocidas como Scopus y SciELO, seleccionadas por su cobertura internacional (Scopus) y su relevancia en la producción científica en español y en países de habla hispana (SciELO), lo que permitió abarcar tanto la literatura de mayor impacto global como la producción local y regional en educación y Biología. Inicialmente se identificaron 108 registros relacionados con el tema; tras eliminar duplicados, se aplicaron los criterios de inclusión/exclusión mediante una revisión por títulos y resúmenes, y posteriormente por lectura completa de los textos seleccionados, quedando finalmente 25 fuentes que cumplieron con todos los criterios establecidos.

El proceso de extracción de datos se realizó de forma sistemática a partir de una ficha de recolección previamente diseñada, en la que se registraron variables como: año de publicación, país del estudio, nivel educativo, tipo de recurso TIC utilizado (plataformas virtuales, simuladores, uso de softwares, apps, videos, etc.), contenidos de Biología abordados, tipo de diseño metodológico, estrategias didácticas, indicadores de impacto en el aprendizaje (calificaciones, comprensión conceptual, motivación, participación), ventajas reportadas, limitaciones y desafíos identificados. Esta ficha fue aplicada por revisión por pares entre autores, quienes trabajaron de forma independiente y, en caso de discrepancias, se acudió a un tercer evaluador para consensuar la información, lo que contribuyó a mejorar la fiabilidad del proceso (Ver galerada Instrumentos).

Además, se procedió a un análisis crítico y organizado de la información, elaborando matrices de contenido que permitieron clasificar los estudios según categorías previamente definidas: tipos de recursos tecnológicos más utilizados, contenidos de Biología más trabajados con TIC, impacto en el aprendizaje, estrategias didácticas aplicadas, ventajas identificadas, limitaciones y desafíos, tendencias emergentes y competencias transversales favorecidas. Esta sistematización facilitó la comparación entre los diferentes trabajos, la identificación de coincidencias y divergencias, así como la detección de vacíos de conocimiento. Asimismo, se garantizó el manejo ético de la información consultada, respetando los principios de citación y uso responsable de las fuentes conforme a las normas académicas, lo que aseguró la integridad y coherencia de la interpretación de los hallazgos obtenidos en la revisión como se presenta en la Tabla 1.

Aspecto	Descripción breve
Enfoque y diseño	Enfoque cuantitativo, diseño documental, revisión sistemática de literatura sobre TIC en la enseñanza de la Biología.
Selección de estudios	Se incluyeron trabajos escolares (secundaria y universitaria), 2015–2025, español/inglés, con resultados o estrategias claras; se excluyeron textos sin referato, fuera de tema o sin datos relevantes.
Bases de datos	Búsqueda en Scopus y SciELO; se identificaron 108 registros, que se redujeron a 25 tras cribado y lectura completa.

Extracción y análisis	Datos extraídos mediante ficha de recolección aplicada por pares, con matrices de contenido para clasificar recursos TIC, contenidos, impacto, estrategias, ventajas, limitaciones y tendencias.
Ética y normas	Uso responsable de las fuentes, citación correcta y respeto a las normas académicas

Tabla 1. Resumen del procedimiento metodológico de la revisión sistemática. **Fuente:** Elaboración propia.

Resultados y discusión

Para organizar y presentar la información de manera clara y coherente, los resultados de esta revisión sistemática se estructuraron en dos niveles: primero, se analizaron de forma individual los estudios seleccionados, resaltando sus objetivos, metodologías y hallazgos clave; segundo, se sintetizaron estos datos en categorías analíticas (recursos tecnológicos, contenidos de Biología, impacto en el aprendizaje, estrategias didácticas, ventajas, limitaciones, tendencias emergentes y competencias transversales), que dieron origen a las matrices de contenido presentadas en las Tablas 2 y 3. Esta organización permitió identificar patrones, coincidencias y divergencias entre los estudios, así como detectar vacíos de conocimiento y tendencias relevantes para la enseñanza de la Biología mediada por TIC.

Para contextualizar la revisión bibliográfica sobre el uso de las TIC en el PEAB, a continuación, se presenta en la Tabla 2 una selección de artículos relevantes indexadas en bases de datos académicas como Scopus y SciELO.

Autores	Título de las investigaciones	Principales resultados
Rodríguez Ruibal & Iglesias Vegas (2016)	Uso de la red social Edmodo en asignaturas de secundaria: Biología y Geología.	Se mostró de forma general por parte del alumnado que se encontraro satisfecho con el empleo de Edmodo en la materia y son proclives a que en el futuro se use en otras materias.
Tineo González et al., (2017)	Modernización de las Prácticas de Laboratorio de Genética mediante fotografía digital: modelización de la mitosis.	La modelización digital con fotografía celular facilitó la visualización de fases mitóticas, promoviendo comprensión profunda y adaptabilidad pedagógica en laboratorios de Genética con recursos accesibles.
Escobar et al., (2018)	Uso de estrategias tecnológicas en educación: una comparación entre biología y educación física.	Predominio de TIC en revistas de Biología para laboratorios virtuales y proyectos interdisciplinarios, mejorando entendimiento de estructuras biológicas sin evidencias concluyentes de superioridad académica.
Juca Maldonado et al., (2020)	Rutas inmersivas de Realidad Virtual como alternativa tecnológica en el proceso educativo.	A partir de la propuesta lograron despertar el interés, la participación, colaboración y además que desarrollaron destrezas no inherentes a su carrera, pero si necesarias como son las TICs, dejando de ser simples consumidores y pasar a ser productores de contenido.

Urzúa et al., (2020).	Aprender ciencias experimentales mediante TIC en tiempos de covid-19: percepción del estudiantado.	Durante ERE por COVID-19, plataformas como Moodle y videos de microbiología facilitaron aprendizaje de técnicas básicas, aunque sin cambios significativos en uso pedagógico.
Muñoz-Adalia (2021)	Propuesta de intervención educativa: aplicación de metodologías innovadoras en la enseñanza de Biología con estudiantes del Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento Escolar.	Destacaron la efectividad de tres actividades prácticas integradas en el currículo de 2 curso de PMAR, que combinan recursos dinámicos y motivadores para atraer el interés del alumnado con dificultades de aprendizaje en ciencias naturales. Estas intervenciones fomentan la atención a la diversidad, mejoran la comprensión conceptual de temas biológicos y promueven habilidades colaborativas y creativas, con énfasis en la aplicabilidad inmediata en aula para elevar el rendimiento y la motivación estudiantil.
Afanador Castañeda et al., (2021)	Resultados sobre la configuración de la Práctica de enseñanza de Biología mediada con TIC: Estudio de caso	Docentes reportaron dificultades técnicas pero beneficios en utilización diaria de recursos TIC, representados en tablas de valoración.
Cabero-Almenara et al., (2022)	Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta.	Se identificaron posibilidades didácticas como visualizaciones 3D interactivas para disciplinas como Biología, pero también limitaciones como brechas digitales y necesidad de formación docente para su integración efectiva. Estos hallazgos fundamentan un marco teórico que respalda su uso pedagógico en contextos post-pandemia.
Afanador Castañeda (2022)	Configuración de la práctica de enseñanza de Biología a través de TIC. Estudio de caso de un profesor de la Secretaría de Educación Distrital, Bogotá.	La configuración de la práctica de enseñanza de Biología a través de TIC de Resugh, permitieron proyectar, profundizar y prolongar el proceso investigativo dentro del campo educativo mediado con TIC, específicamente en la enseñanza de Biología
Majewska & Vereen (2023)	Utilización de la realidad virtual inmersiva en un curso de Biología en línea.	Mostraron percepciones positivas de los estudiantes: el 80-90% calificó la RV como útil para transmitir conceptos semanales, mejorar la comprensión y fomentar la interacción social, con alta satisfacción en sesiones sobre anatomía cardiovascular mediante objetos 3D manipulables.
Armiñana García, Padilla Gómez et al.,(2024)	Sistemas medios de enseñanza y aprendizaje en formato digital, para el estudio de los invertebrados.	Se destacó la efectividad del sistema en mejorar la comprensión conceptual y el aprendizaje significativo de los estudiantes, mediante recursos interactivos como modelos 3D, videos animados y simulaciones virtuales que facilitan la visualización de estructuras y procesos biológicos complejos de invertebrados
Armiñana-García Iannacone, et al., (2024)	Las infotecnologías en el conocimiento de las especies de animales venenosos presentes en la república de Angola	La utilización de un sitio web facilitó el acceso a información visual y descriptiva, promoviendo medidas profilácticas como prevención de contactos y primeros auxilios, lo que contribuye a la educación biológica y la reducción de morbilidad por envenenamientos.

Romero-Saritama et al., (2024)	Microaprendizajes en el aula universitaria: uso de simulador virtual en el área de biología.	Evidenciaron valores altos positivos en la percepción estudiantil y se concibió al uso del simulador como una experiencia interesante e innovadora.
Garibay-González et al.,(2025)	Educación virtual y presencial en biología celular y tisular: impacto en el aprendizaje significativo de estudiantes de medicina.	La educación virtual mostró diferencias significativas en retención de conocimientos y habilidades prácticas comparada con la presencial, con ventajas en flexibilidad pero desafíos en interacción directa durante la pandemia.
Benavides et al., (2025)	Tendencias emergentes en realidad virtual para el aprendizaje de Química, Biología y Ciencias Ambientales:un enfoque bibliométrico.	La realidad virtual optimizó experiencias inmersivas, elevando el rendimiento en temas complejos como ciclos celulares mediante simulaciones accesibles

Tabla 2. Resultados de los artículos seleccionados. **Fuente:** Elaboración propia.

El proceso de categorización de los resultados se llevó a cabo de forma sistemática y consensuada entre los autores. A partir de la información extraída mediante la ficha de recolección, se identificaron categorías analíticas previamente definidas: tipos de recursos tecnológicos más utilizados, contenidos de Biología más trabajados con TIC, impacto en el aprendizaje, estrategias didácticas aplicadas, ventajas, limitaciones y desafíos, tendencias emergentes y competencias transversales favorecidas. Cada estudio fue clasificado en estas categorías, lo que permitió organizar la información de manera estructurada y facilitar la comparación entre los diferentes trabajos, la identificación de patrones y la detección de vacíos de conocimiento. Esta categorización dio origen a las matrices de contenido presentadas en la Tabla 3, que sintetizan de forma clara y coherente los principales hallazgos sobre el uso de las TIC en la enseñanza de la Biología.

En general, los estudios revisados coinciden en señalar que la integración de recursos tecnológicos no solo han ampliado las posibilidades didácticas, sino que también ha modificado significativamente las dinámicas de interacción entre docentes y estudiantes, favoreciendo aprendizajes más activos y contextualizados.

En relación con los recursos tecnológicos más empleados, la revisión muestra un predominio de simuladores interactivos, plataformas educativas y laboratorios virtuales, utilizados principalmente para la enseñanza de contenidos complejos como la división celular, la genética mendeliana y la dinámica de ecosistemas.

Asimismo, se evidencia una incorporación creciente de herramientas emergentes como la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV), la gamificación y las aplicaciones móviles especializadas, que permiten representar procesos biológicos de forma inmersiva y reforzar la exploración autónoma. Varios autores destacan el valor pedagógico de estas tecnologías para facilitar la visualización de estructuras microscópicas, la manipulación de modelos tridimensionales y la reproducción de fenómenos que serían inaccesibles o peligrosos en un laboratorio convencional.

En cuanto al impacto en el aprendizaje, los estudios coinciden en que las TIC contribuyen de manera significativa al desarrollo de competencias científicas como la observación, la formulación de hipótesis, la experimentación virtual y la interpretación de datos. Los resultados incluidos en la investigación incluyeron mejoras en la comprensión conceptual, mayor retención de la información, incremento del interés por los contenidos biológicos y un cambio positivo en las actitudes hacia la ciencia. Además, se observa que las TIC fomentan un aprendizaje multisensorial, lo que beneficia a estudiantes con distintos estilos cognitivos y facilita la atención a la diversidad dentro del aula.

Respecto a las estrategias pedagógicas, los hallazgos muestran que la integración efectiva de las TIC suele ir acompañada de enfoques activos, tales como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas,

la indagación científica guiada y la colaboración en entornos virtuales. Estas estrategias permiten que los estudiantes participen en experiencias más cercanas al trabajo científico real, analicen datos generados por simulaciones y tomen decisiones fundamentadas. Algunos estudios describen experiencias exitosas donde las TIC se combinan con metodologías de aula invertida, permitiendo aprovechar el tiempo presencial en actividades experimentales o de discusión crítica.

No obstante, los resultados también revelan limitaciones, brechas y desafíos persistentes. Entre los más señalados se encuentran la falta de infraestructura tecnológica suficiente en ciertas instituciones, la conectividad limitada, la disponibilidad desigual de dispositivos, y la escasa formación docente en competencias digitales avanzadas. Las investigaciones subrayan que, sin una capacitación adecuada y sin condiciones técnicas mínimas, la integración de las TIC puede reducirse a un uso superficial y poco significativo, lejos de su verdadero potencial transformador. Asimismo, se detectaron dificultades relacionadas con la sobrecarga de información, la selección de recursos de calidad y el riesgo de que las tecnologías se utilicen de forma descontextualizada.

Por otra parte, el análisis comparativo permitió identificar una serie de tendencias emergentes y proyecciones educativas. Entre ellas destacan el aumento del uso de RA y RV como herramientas para la enseñanza de anatomía y fisiología; la incorporación de plataformas adaptativas basadas en inteligencia artificial para personalizar el aprendizaje; el empleo de laboratorios virtuales en contextos con limitaciones de infraestructura; y el desarrollo de entornos gamificados que mejoran la motivación y la autorregulación. Estas tendencias sugieren que la enseñanza de la Biología se está orientando hacia modelos más interactivos, experimentales y centrados en el estudiante, donde las TIC actúan como mediadoras de procesos cognitivos y metacognitivos.

Finalmente, una parte importante de los estudios revisados destaca que el uso adecuado de las TIC no solo favorece el aprendizaje disciplinar, sino que contribuye al desarrollo de competencias transversales como la alfabetización digital, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad. En conjunto, los resultados permiten concluir que la integración de las TIC representa una oportunidad significativa para enriquecer la enseñanza de la Biología, aunque su efectividad depende de factores institucionales, pedagógicos y formativos que deben ser atendidos para alcanzar un impacto sostenible.

Las categorías analizadas se definieron a partir de la información extraída de los 25 estudios incluidos, con el propósito de organizar y sintetizar de forma estructurada los principales hallazgos sobre el uso de las TIC en la enseñanza de la Biología. A partir de una lectura sistemática, se identificaron categorías claves relacionadas con los recursos tecnológicos, los contenidos de Biología, el impacto en el aprendizaje, las estrategias didácticas, las ventajas, las limitaciones, las tendencias emergentes y las competencias transversales, lo que dio origen a la tabla 3.

Categorías Analizadas	Principales hallazgos identificados
Tipo de recursos tecnológicos más utilizados.	-Simuladores interactivos. -Laboratorios virtuales. -Plataformas educativas. -Apps móviles especializadas. -Videos y animaciones 3D. - Realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV). - Herramientas de gamificación.
Contenidos de Biología más trabajados con TIC.	- Genética y herencia. - División celular (mitosis/meiosis).

	- Anatomía y fisiología humana. - Ecosistemas y relaciones ecológicas. - Microbiología y células. - Evolución y biodiversidad.
Impacto en el aprendizaje.	-Mayor comprensión de conceptos complejos. - Mejor retención de información. - Incremento de la motivación e interés. - Aprendizaje más autónomo y activo. - Desarrollo de habilidades científicas. (observación, modelación, análisis).
Estrategias didácticas aplicadas.	- Aprendizaje basado en proyectos (ABP). - Aprendizaje basado en problemas (ABP). - Indagación científica guiada. - Aula invertida. - Trabajo colaborativo mediado por tecnología.
Ventajas identificadas.	-Representación visual de fenómenos no observables. - Entornos seguros para experimentación. - Adaptación a distintos estilos de aprendizaje. - Interactividad y participación. - Acceso a múltiples recursos y modelos.
Limitaciones y desafíos.	-Insuficiente infraestructura tecnológica - Brecha de acceso y conectividad - Limitada formación docente en competencias digitales - Selección de recursos no siempre adecuada - Riesgo de uso superficial o descontextualizado
Tendencias emergentes.	-Expansión de RA y RV para enseñanza anatómica y fisiológica. - Laboratorios virtuales para contextos con recursos limitados. - Plataformas adaptativas con IA. - Entornos gamificados para aumentar motivación.
Competencias transversales favorecidas	-Alfabetización digital. -Pensamiento crítico. -Resolución de problemas. -Creatividad. - Trabajo colaborativo.

Tabla 3. Resultados de las matrices de contenido para clasificar los estudios según sus categorías. **Fuente:** Elaboración propia.

Las categorías analizadas permitieron identificar implicaciones prácticas para docentes y diseñadores curriculares. Se observó que simuladores, laboratorios virtuales, plataformas, apps, videos 3D, realidad aumentada/virtual y gamificación resultaron útiles para representar fenómenos complejos y favorecer la experimentación segura, por lo que su integración planificada en secuencias didácticas se mostró conveniente. Genética, división celular, anatomía y fisiología humana, ecosistemas, microbiología y evolución fueron los contenidos en los que las representaciones

visuales y los modelos interactivos tuvieron mayor impacto, orientando a priorizar estos recursos en esos bloques. El uso adecuado de las TIC favoreció la comprensión, la retención, la motivación, el aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades científicas, especialmente cuando se combinaron con estrategias activas como ABP, indagación, aula invertida y trabajo colaborativo mediado por tecnología. Las ventajas apuntaron a aprovechar la interactividad y la visualización, mientras que las limitaciones (infraestructura, conectividad, formación docente y selección de recursos) evidenciaron la necesidad de planificar con realismo y apoyo institucional. Finalmente, las tendencias emergentes y las competencias transversales favorecidas indicaron que los diseñadores curriculares debieron incorporar estas dimensiones en los planes de estudio y que los docentes requirieron formación continua para aprovechar el potencial pedagógico de las TIC.

Los resultados obtenidos en esta revisión muestran que el uso de TIC en la enseñanza de la Biología favorece la comprensión de contenidos complejos, incrementa la motivación estudiantil y potencia habilidades científicas, hallazgos que coinciden ampliamente con la literatura reciente. La identificación de tecnologías como simuladores, laboratorios virtuales, aplicaciones móviles y herramientas de realidad aumentada (RA) como recursos especialmente efectivos concuerda con los resultados reportados por Azzahra et al., (2024), quienes demostraron que la RA mejora la comprensión conceptual y facilita la visualización de estructuras biológicas difíciles de observar de manera convencional. Del mismo modo, Stanič & Špernjak (2025) destacan en su revisión que estas tecnologías promueven aprendizajes más profundos al permitir exploraciones inmersivas que complementan la enseñanza tradicional.

Los estudios analizados también evidencian que el impacto positivo de las TIC depende de su integración en estrategias pedagógicas activas, como el aprendizaje basado en problemas, la indagación guiada y el trabajo colaborativo. Este patrón coincide con los hallazgos de Tamam & Qomaria (2023), quienes observaron mejoras significativas en la motivación y la retención cuando las tecnologías se integran en dinámicas de participación activa. En línea con ello, diversas investigaciones señalan que las TIC solo generan beneficios sustanciales cuando están acompañadas de una planificación didáctica coherente, lo cual refuerza la idea de que la tecnología es un medio y no un fin en sí misma.

Asimismo, los desafíos identificados en esta revisión particularmente las limitaciones en infraestructura, las brechas de acceso y la insuficiente formación docente coinciden con los documentados en estudios realizados en distintos contextos. Por ejemplo, el trabajo publicado por Farhana et al., (2024) subraya que la falta de conectividad y la limitada capacitación del profesorado constituyen barreras persistentes para la integración efectiva de las TIC en Biología, incluso cuando los docentes manifiestan actitudes positivas hacia su uso. De manera similar, Alcívar-Alcívar & Alcívar-Alcívar (2021) reportan que, aunque los estudiantes muestran mayor motivación cuando se emplean recursos tecnológicos, la carencia de equipos y la sobrecarga laboral docente dificultan la continuidad de estas prácticas.

Finalmente, las tendencias emergentes identificadas especialmente el uso de RA, RV, gamificación e inteligencia artificial no solo coinciden con los trabajos revisados, sino que confirman la evolución constante de los recursos disponibles para la enseñanza de la Biología. Estudios recientes sugieren que estas herramientas pueden ampliar las oportunidades de experimentación, personalizar el aprendizaje y mejorar la comprensión de fenómenos biológicos complejos. No obstante, también plantean nuevos retos relacionados con el acceso equitativo, la actualización permanente de los recursos y la necesidad de marcos pedagógicos sólidos que orienten su integración responsable.

En conjunto, la discusión demuestra que, aunque las TIC representan una vía prometedora para enriquecer la enseñanza de la Biología, su impacto real depende de la interacción equilibrada entre infraestructura, formación docente e

innovación pedagógica. Esta revisión sistemática aporta una síntesis organizada y contextualizada de la evidencia disponible sobre el uso de las TIC en el PEAB, identificando patrones, tendencias y vacíos de conocimiento que no se habían articulado de manera integral en estudios previos. Además, al clasificar los hallazgos en categorías analíticas (recursos tecnológicos, contenidos, impacto, estrategias, ventajas, limitaciones, tendencias y competencias transversales), el estudio ofrece una guía práctica para docentes y diseñadores curriculares, orientando la selección y el diseño de secuencias didácticas mediadas por TIC. Las coincidencias con la literatura refuerzan la validez de los resultados obtenidos, mientras que las divergencias y los desafíos identificados evidencian la necesidad de continuar investigando cómo garantizar la implementación sostenible, contextualizada y equitativa de las TIC en la enseñanza de la Biología.

Conclusiones

El análisis sistemático realizado aporta un marco analítico original que clasifica y prioriza recursos TIC específicos para contenidos biológicos clave, como la realidad virtual para anatomía y fisiología, y simuladores para genética y división celular, lo que proporciona a docentes y diseñadores curriculares una guía práctica para integrar estas herramientas en secuencias didácticas planificadas. Esta síntesis de 25 estudios no solo revela cómo las TIC potencian el aprendizaje activo y competencias transversales, sino que también delinea implicaciones directas para superar brechas pedagógicas mediante estrategias contextualizadas.

Para maximizar el potencial transformador de las TIC en la enseñanza de Biología, esta revisión propone líneas de investigación originales: el desarrollo de programas de formación docente especializados en competencias digitales para Biología, evaluaciones empíricas de realidad aumentada/virtual en entornos de bajos recursos, y exploraciones del rol de plataformas adaptativas con IA y gamificación en la personalización del aprendizaje. Así, se establece un referente para implementaciones sostenibles que integren planificación institucional, capacitación continua y estudios longitudinales, elevando la relevancia práctica de las TIC en contextos educativos diversos.

Referencias Bibliográficas

- Afanador Castañeda, H. A. (2022). Configuración de la práctica de enseñanza de Biología a través de TIC: Estudio de caso de un profesor de la Secretaría de Educación Distrital, Bogotá. *Revista de Educación en Biología*, 25(2), 80–85. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v25.n2.36636>
- Afanador Castañeda, H. A., Valbuena Ussa, E. O., García Romano, L., & Garavito Suarez, H. R. (2021). Resultados sobre la configuración de la práctica de enseñanza de Biología mediada con TIC: Estudio de caso. *Horizontes Pedagógicos*, 23(2), 11–20. <https://horizontespedagogicos.iberro.edu.co/article/view/2221>
- Alcívar-Alcívar, F. S., & Alcívar-Alcívar, D. F. (2021). Uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Biología. *Dominio de las Ciencias*, 7(6), 1–15. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8638064>
- Armiñana García, R., Padilla Gómez, A., Fimia Duarte, R., Durán Fonseca, Y., & Nieve-Fariñas, F. (2024). Sistemas medios de enseñanza y aprendizaje en formato digital, para el estudio de los invertebrados. *Universidad y Sociedad*, 16(1), 419–434. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4343>



- Armiñana-García, R., Iannaccone, J., Morales-Moya, W. L., & García-Martínez, J. L. (2024). Las infotecnologías en el conocimiento de las especies de animales venenosos presentes en la República de Angola. *BIOTEMPO*, 21(2), 239–254. <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/view/7016>
- Azzahra, W., Diana, S., Nuraeni, E., Yusni, D., & Andriyatno, I. (2024). Integration of augmented reality (AR) in biology education: A systematic literature review. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 34, 61–70. <https://doi.org/10.55549/epess.792>
- Benavides, C., Quiroz, E., Parra, P., & Basantes, C. (2025). Tendencias emergentes en realidad virtual para el aprendizaje de Química, Biología y Ciencias Ambientales: Un enfoque bibliométrico. *Esprint Investigación*, 4(1), 364–384. <https://doi.org/10.61347/ei.v4i1.117>
- Briede, J. C., Leal, I. M., Mora, M. L., & Pleguezuelos, C. S. (2015). Propuesta de modelo para el proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo de la observación en diseño, utilizando la pizarra digital interactiva (PDI). *Formación Universitaria*, 8(3), 15–26. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000300003>
- Cabero-Almenara, J., Valencia-Ortiz, R., & Llorente-Cejudo, C. (2022). Ecosistema de tecnologías emergentes: Realidad aumentada, virtual y mixta. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 7–22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>
- Campos-Granados, J., Ramírez-Villalobos, S., Pereira-Chaves, J., & Jiménez-Sánchez, S. (2021). Aportes de las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza y el aprendizaje de la Biología para la potenciación de habilidades en participantes de Olimpiadas Costarricenses de Ciencias Biológicas. *Bio-grafía*, 14(26), 1–15. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.14.num26-14352>
- Escobar, M., Sanhueza, S., & Friz, M. (2018). Uso de estrategias tecnológicas en educación: Una comparación entre Biología y Educación Física. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(77), 483–504. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662018000200483&script=sci_abstract
- Farhana, Z., Khan, A. S., & Chowdhury, S. A. (2024). ICT in biology education: Teachers' readiness and implementation challenges in the context of Bangladesh. *Discover Education*, 3, 175. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00273-w>
- Garibay-González, F., Martínez-Cuazitl, A., Mata-Miranda, M. M., & Vázquez-Zapien, G. J. (2025). Educación virtual y presencial en biología celular y tisular: Impacto en el aprendizaje significativo de estudiantes de medicina. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 28(1), 21–31. <https://scielo.isciii.es/pdf/fem/v28n1/2014-9832-fem-28-1-21.pdf>

- Hernández-Jiménez, P. S., Estrada-Rodríguez, C., & Mosquera-Castro, B. C. (2024). Las tecnologías de la información y las comunicaciones en la enseñanza de la Biología. En C. M. Caraballo-Carmona (Ed.), *Didáctica, sociedad y desarrollo sostenible* (pp. 80–86). Editorial Tecnocientífica Americana.
<https://revistas.unica.cu/index.php/edusoc/article/view/9080>
- Juca Maldonado, F., Lalangui Ramírez, J., & Bastidas Andrade, M. I. (2020). Rutas inmersivas de realidad virtual como alternativa tecnológica en el proceso educativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 48–56. <https://doi.org/10.62452/ghznt417>
- Majewska, A. A., & Vereen, E. (2023). Using immersive virtual reality in an online biology course. *Journal for STEM Education Research*, 6, 480–495. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00095-9>
- Moreno-Mediavilla, D., Palacios, A., Gómez del Amo, R., & Barreras-Peral, Á. (2023). Competencia digital docente en el uso de simulaciones virtuales: Percepción del profesorado de áreas STEM [Teacher digital competence in the use of virtual simulations: STEM teachers' perception]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 68, 83–113. <https://revistapixelbit.com/numeros/2023/98768/index.htm>
- Muñoz-Adalia, E. J. (2021). Propuesta de intervención educativa: Aplicación de metodologías innovadoras en la enseñanza de Biología con estudiantes del Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento Escolar. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 19, 123–146. <https://doi.org/10.51302/tce.2021.618>
- Pico Tuarez, A. C., & Oviedo, M. C. (2023). Application of ICT in the teaching-learning process of Biology in secondary education. *Minerva*, 4(10), 49–55. <https://doi.org/10.47460/minerva.v4i10.95>
- Rodríguez Ruibal, A., & Iglesias Vegas, M. (2016). Uso de la red social Edmodo en asignaturas de secundaria: Biología y Geología. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 3, 97–103.
<https://doi.org/10.51302/tce.2016.67>
- Romero-Saritama, J. M., Llorente-Cejudo, C., Palacios Rodríguez, A., & Kalinhoff, C. (2024). Microaprendizajes en el aula universitaria: Uso de simulador virtual en el área de biología. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 88, 24–41. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.88.3105>
- Stanič, K., & Špernjak, A. (2025). Augmented reality in biology education: A literature review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(12), 117. <https://doi.org/10.3390/mti9120117>
- Tamam, B., & Qomaria, N. (2023). Implementation of augmented reality in Biology learning: Its effect on learning motivation and retention. *Journal of Education Research and Evaluation*, 7(1), 17–22.
<https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/3375318>

Tineo González, E., Mavares Armas, L., & Lubo, J. (2017). Modernización de las prácticas de laboratorio de Genética mediante fotografía digital: Modelización de la mitosis. *Revista de Investigación*, 41(92), 141–162.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142017000300008&lng=es&tlng=es

Urzúa, M. D. C., Rodríguez, D. P., Valencia, M. M., & Ruiz, R. E. (2020). Aprender ciencias experimentales mediante TIC en tiempos de COVID-19: Percepción del estudiantado. *Praxis & Saber*, 11(27), e11447.

<https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.11447>

Contribución de los autores

Conceptualización: *Pedro Samuel Hernández Jiménez*

Curación de datos: *Yoval Malagón Garcia, Dainelys Falcón Corrales*

Análisis formal: *Pedro Samuel Hernández Jiménez, Madeleydi Acanda Torres*

Investigación: *Pedro Samuel Hernández Jiménez*

Metodología: *Pedro Samuel Hernández Jiménez, Yoval Malagón Garcia*

Administración del proyecto: *Pedro Samuel Hernández Jiménez, Dainelys Falcón Corrales, Madeleydi Acanda Torres*

Recursos: *Pedro Samuel Hernández Jiménez, Yoval Malagón Garcia*

Software: *Pedro Samuel Hernández Jiménez, Yoval Malagón Garcia*

Supervisión: *Pedro Samuel Hernández Jiménez*

Validación: *Pedro Samuel Hernández Jiménez, Dainelys Falcón Corrales, Madeleydi Acanda Torres*

Visualización: *Pedro Samuel Hernández Jiménez*

Redacción – borrador original: *Pedro Samuel Hernández Jiménez, Yoval Malagón Garcia, Dainelys Falcón Corrales, Madeleydi Acanda Torres*

Redacción – revisión y edición: *Pedro Samuel Hernández Jiménez*

Declaración de originalidad y conflictos de interés

El/los autor/es declara/n que el artículo: ¿Por qué integrar Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la enseñanza de Biología?

Que el artículo es inédito, derivado de investigaciones y no está postulando para su publicación en ninguna otra revista simultáneamente.

- Que se acepta tanto la revisión por pares ciegos como las posibles correcciones del artículo que deban hacerse tras comunicarle/s la oportuna disconformidad con ciertos aspectos pertinentes en su artículo.
- Que en el caso de ser aceptado el artículo, hará/n las oportunas correcciones en el tiempo que se estipule.
- No existen compromisos ni obligaciones financieras con organismos estatales ni privados que puedan afectar el contenido, resultados o conclusiones de la presente publicación.

A continuación, presento los nombres y firmas de los autores, que certifican la aprobación y conformidad con el artículo enviado.

Autores

Pedro Samuel Hernández Jiménez



Calle158 No.4515 e/ 45 y49, La
Lisa. La Habana, Cuba
<http://www.horizontepedagógico.cu>
rhorizontehabana@rimed.cu





Yoval Malagón Garcia

Dainelys Falcón Corrales

Madeleydi Acanda Torres

