



Ciencia y TIC: cuando el estudiante asume el protagonismo del aprendizaje


Science and ICT: when the student takes the leading role in learning

DOI: <https://doi.org/10.35622/inudi.c.04.24>


Norma Liberato Muñoz


 Secretaría de Educación Guerrero, Chilpancingo de los Bravo – Guerrero, México


 norma.liberato@seg.gob.mx

 <https://orcid.org/0009-0006-4084-1930>

Claudia Millán Testa

 Universidad Hipócrates, Acapulco – Estado de Guerrero, México

 claudiamillán@uhipocrates.edu.mx

 <https://orcid.org/0000-0001-9461-1336>

Resumen

Las teorías clásicas del aprendizaje, como el conductismo, el cognitivismo y el constructivismo, siguen siendo fundamentales para la forma en que diseñamos nuestros entornos de enseñanza, a pesar de que fueron concebidas antes del impacto de las TIC. No obstante, en el contexto actual, su relevancia persiste y constituye una necesidad pedagógica en la Nueva Escuela Mexicana (NEM) en el ámbito de Saberes y Pensamiento Científico. Según PISA 2022, el reto en química no es la falta de contenidos, sino la dificultad de los estudiantes para comprender y aplicar el conocimiento científico. Este ensayo argumentativo, con un enfoque cualitativo y documental, tiene como objetivo proporcionar una sistematización de perspectivas teóricas para la enseñanza de las ciencias apoyada en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA). En ese sentido, se sostiene que las herramientas digitales son necesarias, ya que favorecen el pensamiento crítico, la participación activa, la comprensión de contenidos científicos y la interacción colaborativa. Finalmente, se concluye que, con la experimentación, las metodologías activas y el apoyo digital potencian el aprendizaje práctico, en el que el estudiante es el protagonista de su proceso educativo.

Palabras clave: *aprendizaje activo, enseñanza de la química, innovación educativa, tecnología de la información.*

Abstract

Classical learning theories, such as behaviorism, cognitivism, and constructivism, remain fundamental to the way we design teaching environments, even though they were conceived before the impact of ICT. Nevertheless, in the current context, their relevance persists, becoming a pedagogical necessity within the framework of the New Mexican School (NEM), particularly in the field of Knowledge and Scientific Thinking. According to PISA 2022, the challenge in chemistry is not that



students are receiving less than the required content to meet the expected profile, but rather their difficulty in understanding and applying scientific knowledge. This argumentative essay, with a qualitative and documentary approach, aims to provide a systematization of theoretical perspectives for science teaching that support Information and Communication Technologies (ICT) and Virtual Learning Environments (VLEs). In this regard, it is argued that digital tools are necessary, since they promote critical thinking, active participation, the understanding of scientific content, and collaborative interaction. Finally, it is concluded that experimentation, active methodologies, and digital support enhance practical learning, in which the student becomes the main agent of their educational process.

Keywords: *active learning, chemistry teaching, educational innovation, information technology.*

INTRODUCCIÓN

Fierro Serna (2023) mostró que el aprendizaje de las ciencias en México enfrenta desafíos considerables. En nuestro país, hemos quedado significativamente rezagados en el rendimiento académico internacional. México obtuvo 395 puntos en matemáticas, 415 en comprensión lectora y 410 puntos en ciencias, que son inferiores a los promedios internacionales en esas áreas. Tales cifras han disminuido desde 2018 y demuestran deficiencias en el aprendizaje, en particular en las habilidades cognitivas básicas, en la educación mexicana. Como mencionó el Comité Estatal de Información Estadística y Geografía (CIEG, 2025), las tasas relativamente bajas de finalización de la educación secundaria están en gran medida relacionadas con la discrepancia entre las expectativas de los estudiantes y los contenidos del programa, así como con problemas de preparación académica y del sistema de apoyo. De manera similar, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2025) afirma que los estudiantes necesitan adaptarse a los cambios del contexto. Se proyecta que la automatización podría reemplazar 90 millones de empleos para 2030, aunque también se podrían crear 170 millones de nuevos empleos gracias a la automatización. Por varias de estas razones, el sistema debe adaptarse y centrarse en el aprendizaje de habilidades digitales que incluyen la alfabetización digital, la resolución de problemas o el pensamiento crítico.

De manera similar, los datos de varias evaluaciones educativas nacionales ilustran problemas significativos en la educación científica en México, incluyendo los resultados del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación [INEE], 2018), que muestran que alrededor del 73.9% de los estudiantes de secundaria están en niveles bajos de logro educativo, pero solo el 8.3% de los estudiantes logra niveles sobresalientes. Además, alrededor del 64.5% de los estudiantes tienen habilidades lógicas-matemáticas deficientes, que son fundamentales para el aprendizaje de materias científicas. Estos hallazgos proporcionan una fuerte justificación para fortalecer prácticas pedagógicas innovadoras, que incluyan el uso de tecnologías digitales, metodologías activas y proyectos interdisciplinarios, todo con el objetivo de cumplir con el perfil de egreso,

además del desarrollo de los Procesos de Desarrollo del Aprendizaje (PDA) así como las habilidades, actitudes y valores fundamentales que permitirían a los estudiantes enfrentar los desafíos de la vida, como lo plantea la Nueva Escuela Mexicana (NEM). De esta manera, la incorporación de los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) en la enseñanza de la química permite a los estudiantes generar espacios interactivos para estudiar fenómenos científicos en un aula simulada y aplicar recursos multimedia de manera colaborativa.

En suma, Talanquer (2009) afirma que cuando los estudiantes pueden visualizar y modelar procesos que son relativamente abstractos, por ejemplo, estructuras moleculares, reacciones químicas, etc., los estudiantes pueden experimentar un aprendizaje más exitoso en química. Por ejemplo, en una clase de secundaria mediante sistemas de simulación que facilitan la comprensión de fenómenos abstractos, el uso de simuladores digitales en variaciones de pH para compuestos, los estudiantes pueden manipular variables, observar sus cambios y resultados en tiempo real, por consiguiente, lo que favorece una comprensión más profunda y conceptual.

Una ilustración de esto en un aula sería un proyecto comunitario en torno a la aplicación de herramientas digitales para producir un prototipo de filtro de agua que utilice los principios de química y biología para buscar resolver un problema práctico, el cual requiere una implementación cuidadosa contextualizada. Además, con esta actividad los alumnos pueden consolidar las ideas científicas y fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo colaborativo, tres habilidades necesarias en un contexto educativo donde esas competencias resultan necesarias.

Por lo tanto, el EVA facilita que los estudiantes se involucren en procesos de aprendizaje interdisciplinario que establecen conexiones entre la química y los problemas prácticos, y que además contribuyen a la investigación científica, aunque su utilidad depende de las condiciones existentes y de los recursos de laboratorio. Según Sanmartí Puig (2020), se fortalece el aprendizaje si el papel del estudiante es involucrarse en la resolución de problemas junto con un contexto adecuado. A un nivel pedagógico más amplio, la implementación de la metodología STEAM con la ayuda de la EVA, fortalece el contenido instruccional interdisciplinario relacionado con la química en los estudiantes, con soluciones prácticas aplicadas en su contexto.

En un aula, un ejemplo de ello sería trabajar de manera colaborativa con herramientas digitales para crear un prototipo de filtro de agua que se basaría en la química, aunque el contexto y la implementación efectiva son críticos. Estos son algunos ejercicios que ayudan a los estudiantes a aplicar la ciencia profundizando su comprensión y desarrollando habilidades de pensamiento crítico, creatividad y trabajo en equipo, todo lo cual resulta imprescindible en el ámbito educativo; sin embargo, lo que hacen depende del contexto y de dónde se encuentren. Se produce una polinización cruzada de la educación química que proporciona aplicaciones del mundo real de la química y permite que el EVA sea una vía útil a través de la cual se puede llevar a cabo la investigación científica dentro de parámetros de laboratorio. El refuerzo del proceso de aprendizaje también se aplica cuando el estudiante se involucra con el

problema, así como en el contexto adecuado en términos de resolverlo (Sanmartí Puig, 2020). Desde un punto de vista pedagógico más general, STEAM, apoyado por el EVA, promueve la enseñanza y el aprendizaje interdisciplinarios: tanto la ciencia como la química están arraigadas en problemas del mundo real en los que el aprendiz está comprometido. Por ejemplo, en un entorno de aula, si estás instruyendo sobre principios de química y herramientas digitales y se utilizarán para implementar un prototipo de un filtro de agua, debes considerar la metodología que usas para asegurarte de que cumpla su potencial de manera efectiva.

La actividad, no solo consolida teorías científicas, sino que también ayudan con habilidades críticas, creativas y de trabajo en equipo, elementos fundamentales en la NEM. Dillenbourg (2000) afirma que, en entornos digitales, es solo cuando los estudiantes interactúan entre sí debatiendo y resolviendo problemas, de modo que, los espacios colaborativos se convierten en una base significativa para los procesos de construcción del conocimiento. De manera similar, en un contexto latinoamericano, autores como Castañeda-Camey et al. (2022) destacan la importancia de integrar tecnologías educativas que permitan el acceso democrático al conocimiento científico y que conduzcan a un proceso educativo más crítico e inclusivo.

Por lo tanto, las evaluaciones internacionales ilustran los problemas en el aprendizaje de las ciencias, y es necesario considerar cómo las tecnologías pueden usarse de manera efectiva para proporcionar métodos educativos que respondan a las demandas pedagógicas contemporáneas, basándose en evidencia empírica. Aquí, la enseñanza de las ciencias es particularmente importante, ya que la educación secundaria está vinculada con la NEM con el objetivo de reforzar la comprensión del contenido de Química a través de metodologías activas, entornos de aprendizaje virtual y la participación en proyectos interdisciplinarios que mejorarán la educación científica de los estudiantes. En consecuencia, se propone sistematizar los enfoques teóricos primarios apoyados por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y los EVA para la enseñanza de las ciencias.

METODOLOGÍA

El presente ensayo argumentativo se elaboró a partir de una metodología documental con un enfoque cualitativo, ya que se fundamenta en la recopilación, revisión, análisis e interpretación de información a través de una revisión de literatura científica publicada entre 2015 y 2024, con el objetivo de examinar los enfoques más recientes en la incorporación de las TIC en la enseñanza de las ciencias. Este período permitió identificar tendencias actuales en la investigación educativa y avances teóricos relacionados con el uso pedagógico de herramientas digitales en entornos escolares.

Para seleccionar las fuentes se establecieron criterios generales de inclusión basados en la relevancia temática y la actualidad de las publicaciones. En primer lugar, se consideraron estudios académicos vinculados a la enseñanza de las ciencias, la experimentación en esta área, la educación digital y la integración de las TIC en los procesos educativos. En segundo lugar, se dio

prioridad a artículos científicos publicados en revistas indexadas, así como libros y capítulos de libro editados por editoriales académicas reconocidas, con el fin de asegurar el rigor y la actualidad de los aportes teóricos analizados. Finalmente, los aportes teóricos identificados en la revisión fueron organizados y analizados a través de ejes temáticos para facilitar la interpretación de la información.

Así, los contenidos se clasificaron en tres categorías principales: 1) fundamentos teóricos sobre la enseñanza experimental de las ciencias, 2) integración pedagógica de las TIC, y 3) metodologías innovadoras para el aprendizaje científico en entornos digitales. Esta organización permitió establecer relaciones conceptuales entre los diferentes autores y fortalecer la argumentación del estudio.

DESARROLLO

Importancia experimental en la enseñanza de la Química.

Desarrollar habilidades científicas requiere tecnologías digitales, por ejemplo, sensores conectados a computadoras, simuladores de laboratorio y plataformas para el análisis de datos. En este sentido, estas herramientas no solo promueven la retención de conceptos, sino que también fomentan una mejor comprensión de cómo se construye el conocimiento científico a través de la observación, medición e interpretación, es decir, enriquecen las oportunidades de aprendizaje científico en el aula. Por lo tanto, las TIC se adaptan a la práctica de experimentos como método de aprendizaje de la ciencia en el aula. Al respecto, Muñoz Martínez y Charro Huerga (2023) afirman que el uso adecuado de herramientas de laboratorio como sensores, tubos de ensayo, reactivos y equipos de medición digital permite a los estudiantes desarrollar el pensamiento crítico, promoviendo la formación de habilidades como la formulación de hipótesis, la exploración de variables y su análisis.

Para el crecimiento profesional de las habilidades científicas, estos, no solo mejoran la retención de conceptos, sino que también permiten entender que el conocimiento científico se establece mediante la observación, medición e interpretación. En este sentido, proporcionan mejores experiencias de aprendizaje científico en el aula. Así, las TIC se implementan para la práctica experimental como una forma de educación científica. Como sugieren Muñoz Martínez y Charro Huerga (2023), el uso adecuado del equipo de laboratorio (sensores, tubos de ensayo, reactivos, dispositivos digitales para medición) permite al alumno resolver problemas y aplicar el pensamiento crítico para que puedan adquirir habilidades de desarrollo para hipótesis, investigación de variables y realización de su propio análisis. Según Domínguez y Bedolla (2014) consideran que la fecha simbólica de esta entronización de la química digital es en 1998, cuando Walter Kohn y John Pople recibieron el Premio Nobel de Química, reconociendo que los algoritmos podían explicar el comportamiento de las moléculas. Aquí es donde se utiliza esta idea, ya que las computadoras ayudan a modelar reacciones, crear nuevas moléculas y navegar por el vasto campo de la química, todo sin las cargas de los desafíos de la experimentación tradicional.

En concordancia con Bräse (2024), la informática simula reacciones químicas, diseña nuevas moléculas y descubre un universo químico expansivo que hasta ahora solo era accesible mediante medios experimentales clásicos. Es por esto que la utilización de la química digital apoya investigaciones científicas de vanguardia en química, así como de soluciones ecológicas utilizando catalizadores más efectivos, materiales de energía renovable y una menor dependencia de productos químicos peligrosos utilizados en la síntesis de medicamentos, abarcando también, áreas como el cribado virtual, el aprendizaje automático, la inteligencia artificial, la computación cuántica, el software especializado a una escala completamente nueva, cuadernos de laboratorio electrónicos y robótica, de una forma que sería compleja o costosa mediante la experimentación tradicional.

Por lo cual, la experimentación es fundamental para desarrollar las capacidades científicas que se relacionen con evaluaciones internacionales, como las que impulsa la OCDE y PISA, donde se enfatiza la habilidad de los estudiantes para explicar fenómenos científicos y utilizar evidencia empírica en la resolución de problemas, según Muñoz Martínez y Charro Huerga (2017). Así pues, de aquí en adelante, la química digital representa un enfoque revolucionario que fusiona métodos computacionales, datos digitales y automatización dentro de las ciencias químicas.

Este tipo de integración ocurre en el nivel secundario cuando los estudiantes en una práctica de laboratorio investigan el pH de diferentes sustancias cotidianas. Aquí los estudiantes miden el pH de líquidos como el jugo de limón, el detergente o el agua potable utilizando sensores digitales o aplicaciones móviles. Luego ingresan la información en una hoja digital y comparan los datos con los valores teóricos. En actividades como ésta, los estudiantes desarrollan habilidades científicas como la observación sistemática, la interpretación de datos, la argumentación basada en evidencia y la comunicación de resultados. Tal aplicación reflexiva de herramientas digitales puede contribuir no solo a la consolidación de la comprensión científica de la química, sino más bien al desarrollo de una educación científica más dinámica y situada.

La sinergia de la ciencia y las TIC

La incorporación de recursos digitales en la educación científica permite la diversificación de las formas de presentar el conocimiento, un acceso más frecuente a conocimientos actualizados y espacios de aprendizaje más participativos e interactivos. Como resultado, esto se convierte en una necesidad para implementar un método educativo de aprendizaje que revolucione las metodologías de enseñanza-aprendizaje actualmente implementadas. Por ejemplo, Santillán Vaca et al. (2024) indican que las TIC conducen a entornos de aprendizaje más participativos en los que los estudiantes pueden explorar fenómenos científicos utilizando simulaciones, recursos multimedia y actividades más colaborativas. Las tecnologías digitales en este sentido ayudan en el intercambio de conocimiento de manera colectiva y apoyan la generación de habilidades científicas, incluyendo la argumentación, la interpretación de datos y la resolución de problemas. Asimismo, Conya Castro et al. (2024) identifican que las TIC mejoran la comunicación, la interacción y

el acceso a múltiples tipos de recursos de aprendizaje, fomentando experiencias de aprendizaje más enriquecedoras y contextualizadas.

Un ejemplo de esta sinergia se puede ver en las aulas donde los alumnos participan en proyectos conjuntos respaldados por plataformas digitales o EVA. En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, los estudiantes tienen la oportunidad de utilizar herramientas digitales para analizar datos experimentales, intercambiar resultados en foros académicos o elaborar informes científicos de forma colaborativa. Por lo tanto, investigaciones sobre el aprendizaje colaborativo mediado por TIC, como las realizadas por Salas-Flores et al. (2024), indican que estas herramientas inducen la participación activa de los estudiantes, refuerzan el trabajo en equipo y fomentan las habilidades sociales y cognitivas necesarias para el aprendizaje en el ámbito científico; en este contexto, Dillenbourg (1999) sostiene que el aprendizaje colaborativo no se da simplemente al juntar a estudiantes; necesita una planificación pedagógica adecuada.

En particular, las investigaciones sobre la enseñanza de la química subrayan que el trabajo colaborativo facilitado por las TIC promueve la creatividad, la indagación y la reflexión colectiva, permitiendo que los estudiantes interpreten mejor los conceptos científicos a través de la interacción con sus compañeros. Según Talanquer (2011), estudiar química consiste en desarrollar modelos que ayuden a comprender y anticipar eventos en el mundo natural. Sin embargo, a pesar de que las TIC poseen un gran potencial para provocar transformaciones, su efecto positivo en el aprendizaje de las ciencias se ve restringido por barreras estructurales, pedagógicas y cognitivas. Por ejemplo, muchos docentes encuentran obstáculos como la falta de confianza, tiempo o capacitación específica para integrar las TIC de manera eficiente en el currículo de ciencias. Sin estas habilidades, la tecnología se utiliza únicamente como un reemplazo de herramientas tradicionales, sin aprovechar su potencial para la indagación. Además, la carencia de estrategias de implementación claras en el ámbito escolar, junto con la falta de mantenimiento de los equipos, provoca que las herramientas se vuelvan obsoletas o inoperantes rápidamente. Por último, hay una tendencia a replicar métodos tradicionales (clases magistrales) a través de medios digitales, lo que limita el aprendizaje basado en la interacción y la resolución de problemas científicos Kumar Singh (2025).

Por lo tanto, las TIC en la educación, por sí solas, difícilmente pueden contribuir a la excelencia educativa; su integración debe sustentarse en un enfoque pedagógico que promueva la investigación y la construcción activa del conocimiento. La verdadera ventaja de esta unión se logrará cuando se combine de manera crítica y pedagógica a lo largo del proceso enseñanza-aprendizaje. En esta sinergia, el aula se convierte en un espacio donde la investigación, el diálogo y la experimentación se convierten en ejes centrales del aprendizaje, mejorando así una educación científica relevante para las demandas de la sociedad del conocimiento (Gutiérrez Martín & Tyner, 2020).

Cuando el alumno asume el protagonismo del aprendizaje

Según los enfoques pedagógicos actuales, ya no se centra solo en los contenidos que imparte el docente, sino en procesos en los que el estudiante investiga, analiza y construye activamente el conocimiento. Por lo tanto, el enfoque de la NEM propone una transformación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde el estudiante asume un papel activo en la creación de su conocimiento. Basado en el marco anterior, Bruner (1961) sugirió que el aprendizaje es un proceso activo en el cual los estudiantes generan ideas a partir de su propio entendimiento previo, donde el docente propone situaciones para explorar y reflexionar; por lo tanto, el maestro ya no es el único transmisor de contenido, sino más bien el mediador, facilitador y guía del aprendizaje.

Asimismo, entre los diversos métodos pedagógicos que están teniendo un buen rendimiento en este nuevo escenario, según Brodowicz (2026), se encuentra el Aprendizaje Activo, el cual se distingue por la colaboración entre los estudiantes y su participación activa en el proceso de aprendizaje. El concepto de aprendizaje activo es amplio y abarca distintos modelos y enfoques en el diseño curricular y en la enseñanza-aprendizaje, compartiendo el hecho de que los alumnos se involucran de manera activa, explícita y significativa en las actividades de clase. Este enfoque incluye modelos como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el Aula Invertida (*Flipped Classroom*), el Aprendizaje Cooperativo y el Aprendizaje entre Pares (*Peer Learning*); favoreciendo el desarrollo de competencias transversales y el rendimiento académico, además de promover la motivación, la autonomía y el pensamiento crítico. No obstante, su implementación presenta retos y exige inversiones en la formación docente.

A pesar de las dificultades, estas estrategias pueden ser adaptadas a diferentes contextos, niveles educativos y grupos de estudiantes, ayudando a reducir la desigualdad y los sesgos en la enseñanza. En este sentido, Brodowicz (2026) afirma que el aprendizaje activo se fundamenta en teorías cognitivo-constructivistas y socioconstructivistas, que subrayan la importancia del conocimiento previo, la metacognición y la reflexión para un aprendizaje significativo, a diferencia de la enseñanza tradicional, que se enfoca en la transmisión de información y en la participación pasiva del estudiante.

Desde este enfoque, la función del educador es crear contextos de aprendizaje que fomenten la participación activa de los estudiantes a través de métodos didácticos centrados en la indagación, la experimentación y la resolución de problemas usando EVA. Esto implica que la enseñanza superará las limitaciones temporales presentes en la educación convencional, permitiendo la interacción con las dinámicas del ámbito educativo científico sin la necesidad de estar en el mismo lugar.

Así, la participación del estudiante en el proceso educativo se ve fortalecida cuando la enseñanza de las ciencias incorpora metodologías activas basadas en el principio de Schank (2013), "aprender haciendo". Esta propuesta educativa se fundamenta en un proceso voluntario impulsado por la iniciativa personal y guiado por la curiosidad, la emoción, así como por necesidades reales y la

confusión, entendida como una búsqueda de soluciones. Esto implica que el aprendizaje ocurre cuando existe un deseo de aprender, y no simplemente cuando alguien desea enseñar. En este nuevo contexto, el rol del profesor se transforma en el de un mentor, quien acompaña al estudiante y lo orienta en la resolución de dudas, además de crear un ambiente en el aula que realmente favorezca un aprendizaje de calidad y motive a los estudiantes a emplear su talento e imaginación para lograr resultados que superen nuestras expectativas, especialmente al interactuar con las TIC. Por ello, este enfoque promueve que el estudiante participe activamente.

Asimismo, basándose en la definición de Vasilachis (2006), que sostiene que la realidad se construye a partir de los significados, experiencias y narrativas de las personas; aprender haciendo no es una tendencia ni una novedad, sino una práctica antigua que perdura a lo largo del tiempo. Aristóteles (2002), obra publicada en 350 a. C., en el Libro II, Capítulo 1 de la Ética a Nicómaco, señala que *“lo que hay que hacer después de aprenderlo, eso lo aprendemos haciéndolo”* (p. 71), destacando que el aprendizaje se logra principalmente mediante la práctica y la experiencia. También, la filosofía educativa de Dewey (citado por Tampio, 2024) afirma que los niños *“aprenden mediante la acción”*. Dewey argumentó la idea de que los niños obtienen conocimiento utilizando su cuerpo en situaciones significativas. Por ello, en su obra de 1916, *“Democracia y Educación”*, pidió que las escuelas tuvieran laboratorios, talleres y jardines.

No obstante, a pesar de que las TIC en la enseñanza de las ciencias tienen muchos beneficios, es necesario tener en cuenta que una de las mayores limitaciones es que los profesores carecen de estrategias para incluir la tecnología dentro de actividades experimentales, de indagación o de resolución de problemas; de hecho, las herramientas digitales son utilizadas de manera superficial o desvinculadas del currículo. Bruner (1961) argumentó que el aprendizaje es un proceso en el cual los estudiantes construyen nuevos conocimientos basándose en lo que ya saben. Sin embargo, si esta mediación pedagógica no implementa el potencial educativo de las TIC, puede disminuir, resultando en una integración tecnológica restringida o superficial en el aula de ciencias.

Como resultado, la sinergia entre la ciencia y las TIC no solo depende de contar con recursos tecnológicos, sino también de la habilidad del profesor para crear estrategias didácticas que estimulen la participación activa de los alumnos; como indica Vygotsky (1978), lo que un niño puede realizar hoy con apoyo, será capaz de hacerlo mañana de manera autónoma. Así, cuando el docente adopta un papel de guía, facilitador y mediador del conocimiento, las tecnologías digitales tienen el potencial de ser herramientas muy efectivas para impulsar la investigación educativa, el aprendizaje colaborativo y el desarrollo del pensamiento científico.

Limitaciones y proyección futura

Las TIC presentan muchas ventajas para la educación científica, pero también plantean desafíos que limitan su eficacia. Cabe destacar la desigualdad en el acceso a los recursos tecnológicos, así como la necesidad de mejorar la

formación docente en el uso pedagógico de las herramientas digitales y crear estrategias didácticas que incorporen de manera significativa la tecnología en el proceso educativo en su conjunto, son de suma relevancia. Si estos factores no están bien articulados, entonces el potencial de las TIC puede verse reducido o manifestarse solo parcialmente (Kumar Singh, 2025). Esto es tan crítico que es necesario promover nuevas experiencias pedagógicas para que podamos aprovechar al máximo las tecnologías digitales, especialmente en lo que respecta al potencial de la enseñanza de la química. Para mejorar la formación científica de los estudiantes, este nuevo sistema tiene algunos horizontes prometedores que alinearían la experimentación científica con entornos virtuales y metodologías colaborativas para formar un sistema educativo. Esto no solo integra las TIC con el proceso de proporcionar planes de estudio a las nuevas generaciones venideras y preparar a las nuevas generaciones para los desafíos del aprendizaje, sino que también posiciona a las TIC como un componente central de la preparación para enfrentar los desafíos del siglo XXI en el entorno educativo y tecnológico.

CONCLUSIÓN

La ciencia y las TIC y su inclusión en los procesos educativos son una excelente oportunidad para enriquecer la forma en que se enseñan y aprenden las ciencias. Según muchos estudios, el uso de recursos digitales, plataformas interactivas y estrategias basadas en la indagación puede desarrollar situaciones de aprendizaje más participativas en las que los estudiantes se involucren de manera directa, explorando fenómenos científicos. Notablemente, las diversas ventajas de las TIC incluyen la simulación de procesos complejos, el acceso inmediato a información científica actualizada, el análisis en tiempo real de datos experimentales y la creación de espacios colaborativos que conducen a la co-construcción del conocimiento.

Tales componentes refuerzan habilidades fundamentales en la formación científica como la observación cuidadosa, la interpretación de evidencias, la discusión coherente y la capacidad de resolver problemas. Más específicamente, el análisis indica cómo la articulación entre la experimentación, las metodologías activas y los recursos digitales encarna uno de los principios fundamentales de la enseñanza de la ciencia: Aprender haciendo, en el cual los estudiantes toman la iniciativa en su propio aprendizaje. En este sentido, las TIC permiten el establecimiento de entornos que promueven la investigación a nivel escolar, la interacción entre pares y la infusión interdisciplinaria del conocimiento científico. De igual manera, la convergencia entre ciencia y tecnología ayuda en el refuerzo de una educación científica más relevante y alineada con las demandas de la sociedad del conocimiento.

Rol de contribución

Norma Liberato Muñoz: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, recursos, escritura – borrador original, escritura – revisión y edición, visualización, supervisión, administración del proyecto, adquisición de fondos.

Claudia Millán Testa: Metodología, validación, curación de datos, análisis formal, recursos, escritura – revisión y edición, visualización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aristóteles (2002). *Ética a Nicómaco* (J. Pallí Bonet, Trad.). Gredos. (Obra original publicada ca. 350 a.C).
- Bråse, S. (2024). Digital chemistry: navigating the confluence of computation and experimentation—definition, status quo, and future perspective. *Digital Discovery*, 3(10), 1923-1932. <https://doi.org/10.1039/D4DD00130C>
- Brodowicz, M. (21 de marzo de 2026). *El impacto del aprendizaje activo en la educación moderna*. Aithor. <https://cutt.ly/ytGD0eFp>
- Bruner, J. (1961). *The act of discovery*. Harvard Educational Review.
- Castañeda-Camey, N., Correa Cortez, M. E., & Cervantes Medina, M. (2022). Percepciones de jóvenes universitarios sobre sus habilidades digitales académicas y educación virtual durante la pandemia. *Hachetetepe. Revista Científica de Educación y Comunicación*, (25), 2206. <https://doi.org/10.25267/Hachetetepe.2022.i25.2206>
- Comité Estatal de Información Estadística y Geografía. (s.f.). *OCDE presenta nuevo informe Panorama de la Educación 2025*. CIEG. <https://cutt.ly/9tGSaylT>
- Conya Castro, V. M., Barragán Carrasco, F. M., & Pazmiño Espinoza, M. L. (2024). Análisis de las buenas prácticas docentes para entornos virtuales en Educación General Básica. En *Innovación e investigación en la educación 4.0: Ciencia de datos, IA y tecnologías emergentes* (pp. 93–107). Ciencia Latina / CID - Centro de Investigación y Desarrollo. https://doi.org/10.37811/cli_w1099
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches* (pp. 1–19). Elsevier. <https://telearn.hal.science/hal-00190240v1>
- Dillenbourg, P. (2000). *Virtual learning environments* [Conference paper]. EUN Conference 2000: *Learning in the New Millennium: Building New Education Strategies for Schools*, Geneva, Switzerland. <https://cutt.ly/RtGDQB7O>
- Domínguez, L., & Bedolla, C. A. (2014). El Premio Nobel de Química 2013 para Químicos Computacionales. *Educación Química*, 25(1), 82-85. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70528-2](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70528-2)
- Fierro Serna, M. (05 de diciembre de 2023). *Reprobó México en matemáticas, lectura y ciencias en pruebas PISA*. Tiempo de la noticia digital. <https://cutt.ly/ctGSu4dW>
- Gutiérrez Martín, A., & Tyner, K. (2012). Educación para los medios, alfabetización mediática y competencia digital. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 19(38), 31-39. <https://doi.org/10.3916/c38-2012-02-03>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2018). *Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (Planea). Resultados nacionales*

2017. *Educación Media Superior. Lenguaje y Comunicación; Matemáticas*. INEE. <https://cutt.ly/CtGDaWQr>
- Kumar Singh, A. (2025). Revisiting challenges and issues in ICT integration in science education: a qualitative study. *IOSR Journal of Humanities and Social Science*, 30(7), 54-62. <https://doi.org/10.9790/0837-3007035462>
- Muñoz Martínez, J. I., & Charro Huerga, E. (2023). El desarrollo de competencias científicas a través de una línea de saberes: un análisis experimental en el aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), 2101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2101
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (4 de noviembre de 2025). *La UNESCO reúne a ministros de Educación para definir las competencias del futuro*. UNESCO. <https://cutt.ly/2tGSa7JU>
- Salas-Flores, L. O., Rojas Espinoza, B. I., Pinedo Paz, M. A., & Vega Vilca, C. S. (2024). Las TIC y el aprendizaje colaborativo en la educación superior: Una revisión sistemática. *Revista Tribunal*, 4(9), 579-591. <https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v4i9.94>
- Sanmartí Puig, N. (2020). *Evaluar y aprender: Un único proceso* (1ª ed.). Ediciones Octaedro.
- Santillán Vaca, E. M., Moya Boada, E. S., & Ocaña Camacho, E. R. (2024). Análisis de modelos pedagógicos que integran las TIC en unidades educativas Zona 7-Ecuador. En *Innovación e investigación en la educación 4.0: Ciencia de datos, IA y tecnologías emergentes* (pp. 108-120). Ciencia Latina / CID - Centro de Investigación y Desarrollo. https://doi.org/10.37811/cli_w1099
- Schank, R. [Fundación Telefónica]. (01 de febrero 2013). *El rol del profesor. De faro a guía* [Archivo de Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=kIquall9HjM>
- Talanquer, V. (2009). Química: ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos? *Educación Química*, 20, 220-226. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30056-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30056-9)
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Tampio, N. (9 de febrero de 2024). *Why John Dewey’s vision for education and democracy still resonates today*. The Conversation. <https://doi.org/10.64628/AAI.6fvuyqrua>
- Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa* (1ª ed.). Gedisa Editorial.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>