



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

RETOS Y OPORTUNIDADES EN EL USO DE LAS TÉCNICAS DIGITALES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN THE USE OF DIGITAL TECHNIQUES FOR SCIENCE TEACHING

Ana A. Valdez de los Santo

Universidad Nacional Católica Nordestana, República Dominicana

Alberto J. Núñez-Selles

Universidad Nacional Católica Nordestana, República Dominicana

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.21825

Retos y Oportunidades en el Uso de las Técnicas Digitales para la Enseñanza de las Ciencias

Ana A. Valdez de los Santo¹ana_valdez2@ucne.edu.do<https://orcid.org/0009-0007-9135-4072>Universidad Nacional Católica Nordestana
República Dominicana**Alberto J. Núñez-Selles**alnunez@unphu.edu.do<https://orcid.org/0000-0002-5807-4593>Universidad Nacional “Pedro Henriquez Urena
República Dominicana

RESUMEN

Se analizan de manera crítica los avances, potencialidades y desafíos asociados al uso de Técnicas Digitales (TD) en la enseñanza de las Ciencias, con énfasis en el caso particular de la química. Se realizó una revisión bibliográfica sistemática con el uso de las palabras clave en Bases de Datos bibliográficas y se obtuvo un total de 161 registros. Después de eliminar duplicidades y trabajos publicados no relevantes para el tema, se seleccionaron 30 registros, los cuales fueron analizados de manera crítica. Resultó significativo el uso de Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA) en la enseñanza de las Ciencias. En el caso particular de la Química, se destacan los REDA denominados como PTable (Tabla Periódica), Quizizz (Gamificación) y PhET (Simulador de reacciones químicas), con resultados de mejora en el aprendizaje. Los principales desafíos identificados fueron: la insuficiente formación digital de los docentes, la limitada disponibilidad de recursos tecnológicos y la ausencia de criterios claros para seleccionar los REDA. Se concluye que las TD representan oportunidades estratégicas para transformar la enseñanza de la química y contribuir a una educación científica más inclusiva e innovadora en el siglo XXI.

Palabras clave: técnicas digitales, recursos educativos digitales abiertos, enseñanza de la química, innovación educativa, simuladores virtuales

¹ Autor principal.

Correspondencia: ana_valdez2@ucne.edu.do

Challenges and Opportunities in the use of Digital Techniques for Science Teaching

ABSTRACT

The advances, potential and challenges associated with the use of Digital Techniques (DT) in Science teaching are critically analyzed, with emphasis on the particular case of chemistry. A systematic bibliographic review was conducted using keywords in bibliographic databases, resulting in a total of 161 records obtained. After removing duplicates and irrelevant published works, 30 records were selected for critical analysis. The use of Open Digital Educational Resources (ODER) in the teaching of Sciences was significant. In the particular case of Chemistry, the ODER called PTable (Periodic Table), Quizizz (Gamification) and PhET (Chemical Reaction Simulator) stand out, with results of improved learning. The main challenges identified were: insufficient digital training of teachers, the limited availability of technological resources, and the absence of clear criteria for selecting ODERs. It is concluded that DT represents strategic opportunities to transform the teaching of chemistry and contribute to a more inclusive and innovative scientific education in the 21st century.

Keywords: digital techniques, open digital educational resources, chemistry teaching, educational innovation, virtual simulators

Artículo recibido: 15 noviembre 2025
Aceptado para publicación: 29 diciembre 2025



INTRODUCCIÓN

Las Técnicas Digitales (TD) son herramientas y procedimientos basados en tecnologías electrónicas que permiten crear, procesar, almacenar y comunicar información de manera eficiente en entornos virtuales o digitales (Moreira, 2010). Estas se entienden como formas de trabajo que utilizan herramientas tecnológicas o programas informáticos para analizar contenidos digitales, ya sea que estos hayan sido creados directamente en Internet o que provengan de formatos analógicos transformados al entorno digital (Roger, 2015). Se debe destacar que las TD representan una evolución fundamental en la forma en que interactuamos con la información en la actualidad. Estas herramientas no solo facilitan la creación, procesamiento y almacenamiento de datos, sino que también han redefinido los procesos educativos y profesionales, permitiendo una mayor eficacia y accesibilidad. Sin embargo, aunque su uso es indiscutible en la modernización de los entornos de aprendizaje y trabajo, es importante considerar que el enfoque y la calidad de su implementación son clave para que realmente contribuyan al desarrollo de competencias digitales en los estudiantes.

En relación con las TD, el software actúa como el medio o recurso utilizado para llevarlas a cabo. Estas herramientas, que consisten en programas o algoritmos desarrollados por individuos o equipos, pueden estar disponibles de manera abierta o restringida, dependiendo del entorno donde se utilicen. Las TD suelen ser más duraderas en el tiempo que las herramientas, ya que estas últimas pueden quedar obsoletas y ser reemplazadas por otras. De hecho, una misma TD puede aplicarse con diferentes herramientas, ya que la elección de la herramienta más conveniente se fundamenta sobre la base de varios criterios, como su origen, el tipo de licencia, y la facilidad de uso de su interfaz (Sánchez, 2020).

Serrano et al. (2016) han señalado que las TD forman parte del campo de la Tecnología Educativa, ya que implican el uso de medios, materiales, plataformas web y herramientas tecnológicas orientadas a facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Surgen como respuesta a las necesidades formativas de los estudiantes, y se aplican tanto en contextos educativos formales como no formales, el estudio y aplicación de las TD deben abordarse desde un enfoque socio-sistémico, el cual permite comprender los procesos educativos de forma integrada y contextualizada, considerando siempre la mediación tecnológica.

El acelerado proceso de transformación, modernización y cambio obliga a la actualización constante



(Madrigal et al., 2024). Chávez y Gonzales (2023) han planteado que los recursos digitales se constituyen en el mejor vehículo para llegar a los estudiantes de manera divertida, dinámica e interactiva, lo cual implica el protagonismo del docente en los procesos de orientación y guía, donde haya complemento y reciprocidad en los aprendizajes y competencias de estudiantes y docentes. Sin embargo, se observan dificultades en la implementación de dichos recursos, ya que muchos docentes carecen de las competencias necesarias para utilizarlos, lo que limita el aprovechamiento pleno de sus ventajas (León y Cisneros, 2021). El estudiante puede aprender, con mayor eficacia, mediante estrategias innovadoras, creativas y dinámicas (Briones & Campoverde, 2022). En términos generales, las TD en el ámbito educativo optimizan el proceso de aprendizaje y proporcionan mayores oportunidades laborales, facilitan la interacción sin restricciones geográficas, lo cual permite continuar el aprendizaje sin importar distancias ni horarios, promueven el aprendizaje continuo, ofrecen la posibilidad de aprender al propio ritmo, según la capacidad del estudiante, mejoran la satisfacción de los estudiantes, simplifican, organizan y aceleran los procesos de evaluación mediante un sistema de retroalimentación inmediata y permiten la creación de entornos virtuales que favorecen la construcción de vínculos sólidos entre docentes y estudiantes (Universia, 2020). Las TD ofrecen una amplia variedad de recursos con el potencial de transformar las estrategias y actividades educativas en temas relacionados con las Ciencias Naturales. Desde simulaciones interactivas hasta aplicaciones móviles especializadas, los docentes tienen a su disposición diversas opciones para hacer que los conceptos científicos sean más accesibles y atractivos para los estudiantes (González y Lugo, 2020). Dentro de este contexto, los *Recursos Educativos Digitales Abiertos* (REDA) se han consolidado como herramientas clave para democratizar el acceso al conocimiento científico y fomentar prácticas pedagógicas más inclusivas, dinámicas y contextualizadas. En el ámbito de la enseñanza de la química, estos recursos permiten superar las limitaciones tradicionales del aula —como la escasez de materiales, la rigidez curricular o la falta de laboratorios físicos— mediante entornos virtuales interactivos, simulaciones, repositorios colaborativos y contenidos multimedia que promueven el aprendizaje significativo. La UNESCO (2019) ha reconocido que los REDA contribuyen al acceso equitativo al conocimiento y a la mejora de la calidad educativa.



Diversas investigaciones han documentado el impacto positivo de los REDA en la enseñanza de la química en América Latina, por lo que su uso ha cobrado relevancia en contextos escolares y universitarios, especialmente en escenarios de formación docente y educación media (García Gruezo et al., 2025). Páez et al. (2023) realizaron una revisión sistemática de experiencias en Argentina que evidenciaron cómo el uso de plataformas abiertas, videos explicativos y simuladores virtuales de reacciones orgánicas ha mejorado la comprensión conceptual y la motivación estudiantil. Para esto también es esencial la disposición del docente para la implementación de estas ya que, como indican Polanco et al. (2025), la motivación del docente influye significativamente en el éxito del rendimiento escolar de los estudiantes al incidir en el ambiente de aprendizaje y la calidad de la enseñanza. Brovelli et al. (2018) analizaron el caso chileno, en el que destacaron que las herramientas digitales permiten integrar teoría y experimentación en contextos escolares con limitaciones de infraestructura, favoreciendo el desarrollo de competencias científicas y el pensamiento crítico. Tuárez-Párraga y Loo-Colamarco (2021) han subrayado el valor de los recursos digitales abiertos para fomentar la creatividad en la enseñanza de la química, al facilitar metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, la gamificación y la resolución colaborativa de problemas. Quintero Duque et al. (2024) han documentado la implementación de REDA en la formación docente, lo que permitió fortalecer el pensamiento crítico, la apropiación conceptual y la capacidad de diseñar materiales educativos pertinentes. En República Dominicana, el Ministerio de Educación ha impulsado más de 50 proyectos que integran tecnologías abiertas en la enseñanza de las ciencias, destacando el uso de simuladores y repositorios colaborativos para promover la equidad educativa (MINERD, 2023). Estas estrategias no solo han enriquecido la experiencia educativa, sino que también han fortalecido el vínculo entre la química y los desafíos sociales, ambientales y tecnológicos del entorno latinoamericano.

En suma, el uso de REDA en la enseñanza de la química representa una oportunidad estratégica para renovar las prácticas docentes, ampliar el acceso al conocimiento y formar ciudadanos científicamente alfabetizados. Sin embargo, esta transformación no es solo tecnológica, sino profundamente pedagógica. Enseñar química con REDA implica rediseñar el rol del docente como facilitador de experiencias, mediador cultural y diseñador de aprendizajes significativos. García Paredes et al. (2024) han señalado que *“la enseñanza de la química debe resignificar los sentidos, devolviendo vida a las*



aulas mediante experiencias que involucren lo acústico, lo táctil y lo visual como formas de leer el mundo”. Esta afirmación cobra fuerza cuando los recursos digitales se utilizan no como sustitutos, sino como extensiones del pensamiento pedagógico, capaces de conectar la ciencia con la vida cotidiana, los desafíos ambientales y las realidades locales.

La presente revisión bibliográfica se propone analizar críticamente las potencialidades, desafíos y oportunidades en el uso de estos recursos, con especial atención al contexto iberoamericano y a su proyección en la formación científica del siglo XXI.

METODOLOGÍA

El estudio bibliográfico se enmarcó dentro del tipo de investigación exploratoria y descriptiva, ya que busca identificar tendencias, aportes, vacíos y desafíos presentes en la producción académica de los últimos años. Se trata de una revisión bibliográfica narrativa y analítica, de carácter no experimental y transversal, en la cual se examinaron estudios publicados en bases de datos y repositorios científicos como Scopus, SciELO, RedALyC, ERIC, Google Scholar y plataformas institucionales, sin restricción de fecha. Se encontró un total de 161 registros bibliográficos, los cuales comprendieron artículos originales, revisiones, tesis, informes técnicos y documentos de organismos internacionales vinculados a la educación y la tecnología. Los criterios de inclusión consideran obras disponibles en texto completo, con pertinencia temática y relevancia para la enseñanza de la química mediante TD y los REDA, tanto en español como en inglés. Los criterios de exclusión incluyeron publicaciones duplicadas, documentos sin arbitraje científico y estudios alejados del foco conceptual del análisis. Finalmente, se incluyeron 55 registros en el presente trabajo.

Desde el punto de vista ético, el estudio se desarrolló conforme a los principios de integridad académica, respeto por la propiedad intelectual y uso responsable de fuentes. Entre las limitaciones se reconoce la dependencia de documentos disponibles en acceso abierto o institucional, así como la heterogeneidad metodológica de los estudios revisados, lo cual puede influir en la comparación de resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Técnicas Digitales en la Enseñanza de las Ciencias

Existe una diversidad de TD para el aprendizaje de las Ciencias, que se discuten a continuación. Una de las más atractivas para los estudiantes es el *Google Earth* para el aprendizaje de Ciencias de la Tierra,

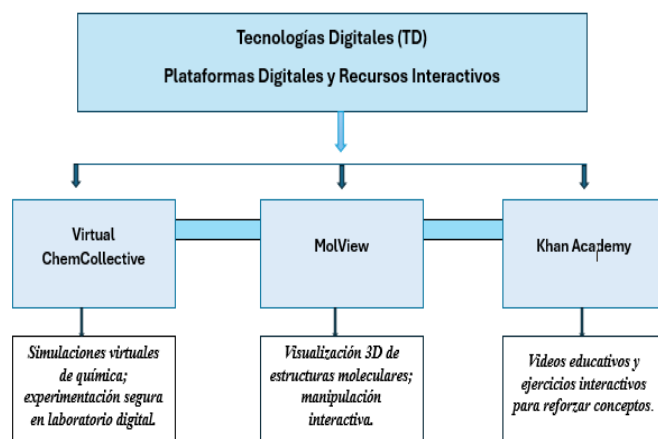


que permite observar la geografía de la Tierra, la ubicación y movimiento de los planetas del Sistema Solar, la ubicación y características de los océanos, entre otras. Córcoles (2010) ha señalado que *Google Earth* tiene un gran valor pedagógico para niños y jóvenes, ya que presenta los contenidos de manera que no se puede acceder a los códigos libres previamente digitados y su acceso es gratuito, lo que permite su uso en el ámbito educativo.

Otra TD es el microscopio virtual, que permite observar con más precisión los objetos de estudio. Esta TD puede definirse como el desarrollo de nuevas capacidades digitales, que permiten la visión y navegación online a través de muestras digitalizadas de alta resolución (Pachamé, 2017). Por otra parte, el Laboratorio *Virtual Chemcollective* permite a los estudiantes realizar experimentos virtuales de química, sin riesgo de accidentes, como ocurre en un laboratorio real (Yaron et al., 2010). Sin embargo, el programa no intenta reemplazar a los laboratorios reales, sino que pretende ser su complemento. *MolView* es una herramienta en línea diseñada para facilitar a estudiantes y profesores la visualización de estructuras moleculares, así como la exploración de sus propiedades (García, 2018). Inicialmente concebida para convertir estructuras bidimensionales en modelos tridimensionales, esta TD ha evolucionado gracias a la integración de tecnologías web avanzadas con información científica. Se trata de un software de código abierto, lo que permite su uso gratuito y la posibilidad de modificarlo para personalizar o mejorar las representaciones moleculares. *Khan Academy* es una plataforma educativa gratuita que permite a estudiantes aprender química de manera autodidacta o como complemento a sus clases. A través de videos explicativos, ejercicios interactivos y cuestionarios, los estudiantes pueden reforzar temas como enlace químico, reacciones químicas, estructura atómica y otros. El contenido está organizado por niveles y es accesible para todos, facilitando el aprendizaje a su propio ritmo (Eafitdev, 2019). La Fig. 1 muestra un sumario de las técnicas digitales descritas.



Figura 1: Plataformas Digitales disponibles para la enseñanza de las Ciencias



Fuente: Elaboración propia

El Uso de Plataformas Educativas Digitales en la Enseñanza de las Ciencias

Las TD constituyen programas educativos que permiten generar un proceso de enseñanza y aprendizaje activo y simplifican el trabajo del docente y estudiante, que permite desarrollar habilidades y capacidades que se acoplan a distintos ritmos de aprendizaje y constituyen una ventaja para la búsqueda de información online (Carcaño, 2021). Actualmente, el docente emplea distintos tipos de software fusionados a estrategias metodológicas durante la enseñanza del conocimiento científico, dando lugar a recursos didácticos que despiertan el interés del educando y fomentan un espacio de entretenimiento académico que da paso al dominio y alcance de los aprendizajes requeridos de Química.

La integración de TD en el ámbito educativo presenta ciertos desafíos, pero el más importante radica en las dificultades que enfrentan los docentes al momento de incorporar las TD en el aula (Aparicio et al., 2018). No menos importante es cuando las TD comienzan a marcar el rumbo de los procesos educativos y desplazan el rol central de los docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Díaz, 2013). La educación continuada, la actitud positiva del profesor hacia el aprendizaje y uso de las TD y la inclusión de este aspecto en la evaluación de desempeño de los docentes en la enseñanza de las Ciencias son factores clave para enfrentar estos desafíos.

Uno de los retos más importantes en la enseñanza de las Ciencias es el uso de la Realidad Aumentada (RA). La RA es una variante de la Realidad Virtual (RV), que ha presentado múltiples oportunidades en el ámbito educativo, con potencial para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se basa en la idea de que toda representación que combine elementos del mundo real con componentes virtuales

constituye una realidad mixta. (Ruiz, 2012). Merino et al. (2015) han señalado que la RA es la combinación de ambientes reales a los que se les ha incorporado información en formato digital, la cual puede ser visualizada en una pantalla en tiempo real; es decir, el estudiante tiene la capacidad de observar determinados elementos (imágenes en 2D o 3D, estáticas o con movimiento) que pueden vincularse a otros recursos digitales remotos (página web, animación, audio- grabación, video, etcétera). El uso de RA en la educación, y específicamente en las Ciencias, se ha incrementado en los últimos años; sin embargo, la metodología, el enfoque, la instrumentación y las interpretaciones no han sido homogéneas (Da Silva et al., 2019).

La RA transforma el aula en un espacio de aprendizaje inmersivo, que permite a los estudiantes explorar escenarios desconocidos. En el caso particular de la Química, esta TD posibilita la observación de estructuras tridimensionales de la materia que no pueden apreciarse en un entorno bidimensional. Ofrece una visión de mayor realidad de las moléculas, permite analizar la disposición de los átomos en una molécula, lo cual ayuda a comprender conceptos químicos complejos (estructura atómica y molecular). La RA aumenta el interés del estudiante y favorece el desarrollo de la creatividad de una manera más activa (Urzúa, 2021).

La gamificación es otra estrategia que utiliza el diseño, los elementos y las dinámicas propias de los juegos en contextos no lúdicos, con el propósito de motivar a los estudiantes y se integra en estructuras de aprendizaje ya existentes. Esta TD aprovecha las tendencias naturales del ser humano hacia el logro, el reconocimiento y la autoexpresión. Entre los beneficios que aporta se destacan el aumento del compromiso, el incremento de la motivación, una mayor interacción entre los usuarios, el fortalecimiento de la fidelidad y la posibilidad de transmitir contenidos de manera entretenida y fácil de asimilar (Gázquez, et al, 2020). La gamificación, también conocida como ludificación, es un término derivado del anglicismo *gamification*, que hace referencia a una estrategia de aprendizaje que traslada la lógica, elementos, dinámicas y mecánicas propias de los juegos o videojuegos al ámbito educativo o profesional. Su finalidad es lograr mejores resultados, como una comprensión más profunda de ciertos contenidos y el desarrollo de habilidades específicas o el reconocimiento de determinadas acciones. En la actualidad, esta metodología ha adquirido cada vez más relevancia en los procesos formativos, ya que permite asimilar conocimientos de manera más entretenida, estimulante y atractiva, lo cual crea una



experiencia positiva para el estudiante (Gaitán, 2015).

Esta forma de integrar el juego en el proceso educativo se complementa con diversos ejemplos de actividades aplicadas recientemente en la enseñanza de las Ciencias (Cornellà, 2020). Se trata de una estrategia de aprendizaje que adapta las mecánicas de los juegos al ámbito educativo y profesional con el propósito de obtener mejores resultados, ya sea para facilitar la comprensión de ciertos conocimientos, mejorar habilidades específicas o premiar acciones determinadas, entre otros objetivos. El modelo basado en el juego funciona eficazmente porque logra motivar a los estudiantes, incrementando su compromiso y estimulando su deseo de superación. Para ello, se emplean técnicas y dinámicas propias de los juegos que se aplican al entorno educativo (Gaitán, 2017).

Barreras y Desafíos en la Implementación de Técnicas Digitales

La primera barrera en la aplicación de TD en el aula es la insuficiente formación en TICs de los docentes, a lo cual se suma la escasez de tiempo, capacitaciones específicas y apoyo económico (Gomiz, 2016). No menos importante es la actitud de los docentes hacia el aprendizaje y aplicación de las TD, lo cual requiere un tiempo considerable en la preparación de la clase, en un entorno que no incentiva dedicar tiempo a la capacitación y uso de las TD. En la actualidad, es necesario que los docentes se actualicen y se apropien de las TD para luego implementarlas en las aulas, puesto que en las instituciones educativas públicas gran parte de los docentes no están preparados en su empleo y aplicación en el aula. (Sánchez et al., 2016). Los docentes enfrentan diversas barreras al implementar TD en el aula, ya que muchos no poseen las competencias necesarias, ni reciben capacitación adecuada para integrar las TD en su práctica habitual (Hernández, 2024).

Con relación a la infraestructura para el uso de TD, por lo general los centros educativos públicos cuentan con pocos equipos, mala conectividad y falta de soporte técnico, lo cual dificulta el uso efectivo de las TD. Por lo general, los docentes prefieren el uso de los métodos tradicionales y carecen de una visión clara sobre el uso pedagógico de las TD, las cuales sacan al docente de su zona de confort. Es necesario crear un mecanismo que incentive el uso de las TD, entre los cuales se debe tener en cuenta la cantidad de horas-clase para aquellos docentes que emplean las TD o, en su lugar, incentivos económicos. Otra barrera es la desigualdad en el acceso a la tecnología entre estudiantes, sobre todo en el acceso a internet de alta velocidad, que genera exclusión y limita su aprovechamiento.



Los Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)

Los REDA están transformando la enseñanza de las Ciencias y, de manera muy particular, la química, promoviendo prácticas más inclusivas, colaborativas y contextualizadas. En el caso de la química, permiten representar fenómenos complejos mediante simulaciones, laboratorios virtuales y visualizaciones interactivas (Rojas-Hidalgo et al., 2024).

En plena pandemia del COVID-19, la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia implementó los REDA en el programa de Licenciatura en Química (Quintero Duque et al., 2024). Esta experiencia reveló que dichos recursos no solo facilitaron la continuidad gacadémica en modalidad remota, sino que también promovieron el desarrollo del pensamiento crítico y la apropiación conceptual por parte de los estudiantes. Los docentes diseñaron materiales interactivos, simulaciones y guías experimentales que respondían a las necesidades del contexto, evidenciando una mejora en el desempeño y la motivación estudiantil

En el ámbito universitario, Yánez Romero (2024) destaca que la integración efectiva de las TIC en la enseñanza de la química, mediante los REDA, permite diversificar las estrategias didácticas. El uso de plataformas como PhET, videos explicativos, mapas conceptuales colaborativos y cuestionarios interactivos ha favorecido la comprensión de fenómenos complejos como la estequiometría, la cinética química y la estructura atómica. Además, se ha observado un impacto positivo en la formación de competencias digitales docentes y en la capacidad de diseñar experiencias de aprendizaje significativas. En Ecuador, Balseca-Pico et al. (2024) documentan experiencias en las que se incorpora una mirada histórica y crítica de la química mediante recursos digitales, permitiendo que los estudiantes comprendan el origen y evolución de los saberes científicos, así como sus implicaciones sociales y ambientales. Esta perspectiva ha favorecido la reflexión sobre el papel de la ciencia en la transformación de la realidad y ha fortalecido la formación de ciudadanos éticos y comprometidos.

Uno de los principales beneficios de los REDA es su capacidad para vincular la teoría química con situaciones reales, facilitando la comprensión de conceptos abstractos como la estructura molecular, las reacciones químicas o la estequiometría. Moraga et al. (2019) analizaron secuencias didácticas diseñadas por docentes en formación, destacando cómo el contexto y el uso de recursos digitales favorecieron el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria. Rosero Benjumea



(2013) evidenció que las estrategias mediadas por tecnología y REDA no solo mejoraron el rendimiento académico, sino que también promovieron el pensamiento crítico y la autonomía en el aprendizaje. Su estudio de casos mostró que los estudiantes lograron trasladar conocimientos químicos desde un nivel conceptual hacia aplicaciones prácticas, gracias a la integración de simuladores y materiales interactivos.

Páez et al. (2023) realizaron una revisión bibliográfica sistemática sobre el uso de REDA en la enseñanza de la química orgánica y concluyeron que estos recursos permitieron una mayor personalización del aprendizaje y fomentaron la participación activa del estudiante en su proceso formativo. Además, se destacó el papel del docente como curador de contenidos digitales, capaz de seleccionar y adaptar materiales según las necesidades del grupo y los objetivos curriculares.

Según Holme (2024), los REDA no solo reducen los costos educativos, sino que también promueven prácticas más colaborativas y sostenibles. Plataformas como OpenStax (2024), PhET (2024) y ChemCollective (2024) se han convertido en referentes globales por ofrecer materiales revisados por expertos y respaldados por la investigación educativa. Estudios realizados en diferentes niveles educativos confirman que el uso de simulaciones interactivas favorece la comprensión de conceptos complejos y fomenta la curiosidad científica. A su vez, los laboratorios virtuales del proyecto *ChemCollective* permiten al estudiante practicar habilidades experimentales de forma segura, lo que es especialmente valioso en contextos con limitaciones de infraestructura.

De acuerdo con investigaciones recientes, los recursos digitales abiertos más utilizados en la enseñanza de la Química son *PhET*, *OpenStax*, *ChemCollective*, *Ptable* y la Tabla Periódica Interactiva de la *Royal Society of Chemistry* (2024), los cuales han demostrado mejorar la comprensión conceptual y la motivación del alumnado (García-López & Ramírez, 2024; UNESCO, 2023; Soto & Hernández, 2025).

Tabla 1: Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA). Ventajas y usos principales.

REDA	Ventajas y usos principales.
	Es el sitio más utilizado a nivel mundial.
PhET Interactive Simulations (Universidad de Colorado Boulder) https://phet.colorado.edu/es .	Ofrece simulaciones interactivas y visuales para comprender fenómenos atómicos, moleculares y de reacción. Se recomienda para reforzar la comprensión conceptual y



	promover el aprendizaje activo.
OpenStax Chemistry (Rice University) https://openstax.org/subjects/chemistry	Este sitio proporciona libros de texto abiertos, revisados por pares y con actualizaciones periódicas. Su enfoque pedagógico está alineado con los estándares curriculares internacionales.
ChemCollective (Carnegie Mellon University) https://chemcollective.org	Este sitio se destaca por sus laboratorios virtuales y escenarios de resolución de problemas que permiten aplicar el pensamiento científico. Favorece el aprendizaje basado en problemas y el desarrollo de competencias experimentales sin riesgos.
Ptable (Tabla Periódica Dinámica) https://ptable.com	Se trata de un sitio interactivo, visual y actualizado en tiempo real. Permite explorar propiedades de los elementos y sus relaciones. Es ideal para el trabajo en aula y la integración con dispositivos móviles.
Tabla Periódica Interactiva (Royal Society of Chemistry) https://www.rsc.org/periodic-table	Es un recurso de alto valor científico, con información confiable, animaciones y videos explicativos sobre cada elemento. Permite integrar la química descriptiva con el contexto histórico y experimental.

Fuente: Elaboración propia

Los Desafíos en el uso de Técnicas Digitales y los Recursos Educativos Digitales Abiertos.

Si bien las TD y los REDA ofrecen múltiples oportunidades para enriquecer la enseñanza de la química, su implementación efectiva enfrenta diversos desafíos que deben ser abordados desde una mirada crítica y comprometida con la equidad educativa. Uno de los principales retos es la brecha digital, que persiste en muchas regiones de América Latina. Aunque los REDA son, por definición, de acceso libre, su aprovechamiento pleno depende de condiciones materiales como conectividad, dispositivos adecuados y formación docente en competencias digitales. En contextos rurales o vulnerables, estas condiciones no siempre están garantizadas, lo que puede profundizar desigualdades si no se diseñan estrategias inclusivas y contextualizadas.



Otro desafío importante es la sobrecarga de información y la falta de criterios claros para seleccionar, adaptar y evaluar los REDA. Muchos docentes se enfrentan a una oferta abundante de recursos digitales, pero carecen de herramientas para discernir su pertinencia pedagógica, su validez científica o su adecuación cultural. Esto puede derivar en un uso superficial o descontextualizado de los recursos, que no necesariamente contribuye a mejorar los aprendizajes ni a promover una enseñanza con sentido. Además, existe el riesgo de que los REDA sean utilizados como sustitutos de la interacción pedagógica, en lugar de como mediadores del aprendizaje. La tecnología, por sí sola, no garantiza innovación ni calidad educativa. Es el enfoque pedagógico, la intencionalidad didáctica y la capacidad crítica del docente lo que convierte a un recurso digital en una herramienta transformadora

Es necesario considerar, además, los desafíos éticos asociados al uso de los REDA, como el respeto a los derechos de autor, la protección de datos personales y la promoción de una cultura digital responsable. Fomentar la creación y el uso de recursos con licencias abiertas implica también educar en valores como la colaboración, la transparencia y la reciprocidad. Un reto transversal es la necesidad de políticas públicas que promuevan el acceso, la formación y la producción de los REDA desde una perspectiva latinoamericana. Esto implica apoyar a los docentes como creadores de conocimiento, fortalecer redes de colaboración y garantizar que los recursos respondan a las realidades, lenguas y culturas de nuestros pueblos.

CONCLUSIONES

El análisis realizado permite afirmar que las Técnicas Digitales (TD) y los Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA) constituyen elementos estratégicos para la renovación pedagógica en la enseñanza de las Ciencias, particularmente en la Química. Su aporte principal no radica únicamente en la disponibilidad tecnológica, sino en su capacidad para reorganizar los procesos de construcción del conocimiento mediante experiencias interactivas, experimentación simulada y visualización de fenómenos que trascienden las limitaciones del aula tradicional.

Los resultados de las investigaciones revisadas evidencian que, cuando las TD y los REDA se integran desde un enfoque didáctico coherente, promueven mejoras verificables en la comprensión conceptual, la motivación, el pensamiento crítico y la capacidad de transferir los saberes científicos hacia situaciones reales. Estas mejoras se sostienen en datos consistentes provenientes de estudios



latinoamericanos que documentan avances en aprendizaje autónomo, habilidades experimentales mediadas por simulación y apropiación conceptual a través de recursos abiertos. En consecuencia, la evidencia disponible permite sostener que su incorporación fundamentada favorece una enseñanza científica más inclusiva, contextualizada y alineada con las demandas de la alfabetización científica del siglo XXI.

Asimismo, los hallazgos muestran que la efectividad de estas tecnologías depende de condiciones estructurales que no siempre están garantizadas: formación docente, infraestructura mínima, criterios de selección pedagógica y políticas educativas que fomenten la producción y adaptación de recursos abiertos. Estos factores configuran un escenario donde la disponibilidad de tecnologías no asegura por sí solas transformaciones significativas, lo que obliga a considerar su integración como un proceso pedagógico y no solo instrumental. De igual forma, la presencia de brechas digitales y de capacidades docentes heterogéneas limita la equidad en el acceso y en los resultados de aprendizaje, lo que constituye un desafío crítico para los sistemas educativos de la región.

En términos analíticos, se identifica que las TD y los REDA contribuyen a redefinir el rol docente, quien deja de ser transmisor para convertirse en diseñador de experiencias, curador de información y mediador cultural. Este rol exige competencias digitales avanzadas, capacidad crítica para seleccionar recursos pertinentes y dominio didáctico para integrarlos de manera significativa. La evidencia examinada confirma que, cuando este rol se fortalece, se incrementa la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje; sin embargo, cuando estas competencias son insuficientes, la integración digital se limita a prácticas superficiales sin impacto en los aprendizajes.

Finalmente, la revisión abre varias líneas de investigación aún no resueltas. Se requiere profundizar en estudios que evalúen la efectividad a largo plazo del uso de TD y REDA en el desarrollo de competencias científicas; analizar cómo estas tecnologías pueden adaptarse a contextos rurales o de baja conectividad; determinar criterios objetivos para la evaluación pedagógica de recursos digitales; y comprender los efectos de la Realidad Aumentada, la gamificación y los laboratorios virtuales en habilidades experimentales avanzadas. Estos vacíos invitan a otros investigadores a continuar el análisis y a generar evidencia empírica que permita consolidar un marco pedagógico robusto para la integración digital en la enseñanza de las Ciencias.



AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se enmarca dentro de los trabajos de la Tesis de Doctorado en Ciencias de la Educación de uno de los autores (AAVS), quien agradece el apoyo y soporte del personal técnico y autoridades de la Universidad Católica del Nordeste, República Dominicana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio, S., Flores, E., y Sosa, M. (2018). La integración de las TIC en las prácticas docentes: una mirada desde la enseñanza de la física y de la química en la educación secundaria uruguaya. Agencia Nacional de Investigación e Innovación. Recuperado de:
<https://redi.anii.org.uy/jspui/handle/20.500.12381/275>
- Balseca-Pico, N. G., Quilligana-Chifla, M. M., & Aman-Balseca, D. J. (2024). Una mirada histórica en la enseñanza-aprendizaje de la química: mejorando la calidad educativa. *Polo del Conocimiento*, 9(1), 1496–1506. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9281986.pdf>
- Briones, J. y Campoverde, D. (2022). Gestión de los recursos digitales en el aprendizaje activo, para la asignatura de Ciencias Naturales. Recuperado de:
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/63848/1/BFILOPIN22P107%20Briones%20-%20Campoverde.pdf>
- Brovelli, F., Cañas, F., & Bobadilla, C. (2018). Herramientas digitales para la enseñanza y aprendizaje de Química en escolares chilenos. *Educación Química*, 29(3).
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63734>
- Carcaño, E. (2021, abril 28). Herramientas digitales para el desarrollo de aprendizajes [Versión PDF]. revista vinculando, 7.
<https://vinculando.org/wp-content/uploads/kalins-pdf/singles/herramientas-digitales-para-el-desarrollo-de-aprendizajes.pdf>
- Córcoles, J. (2010). La Webquest en sus diferentes formas. Sociedad de la información.
<http://abcep.es/blog/webquest/earthquest/>
- Chávez, K., y Gonzales, L. (2023). Impacto de los recursos digitales en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Recuperado de:



<file:///C:/Users/Cliente/Desktop/Dialnet->

[ImpactoDeLosRecursosDigitalesEnLaEnsenanzaDeLasCie-8874511.pdf](#)

ChemCollective. (2024). *ChemCollective Virtual Labs*. Carnegie Mellon University. Recuperado de:

<https://chemcollective.org>

Da Silva, M.; Teixeira, J.; Cavalcante, P. y Teichrieb, V. (2019). Perspectivas sobre cómo evaluar herramientas tecnológicas de realidad aumentada para la educación: Una revisión sistemática. *Revista de la Informática Brasileña*, 25(3), 1-18. Recuperado de:

<https://link.springer.com/article/10.1186/s13173-019-0084-8>

Díaz, Á. (2013, 10 septiembre). tic en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org>

Eafitdev. (2019). Khan Academy, una plataforma con ejercicios prácticos para el aprendizaje en diferentes áreas. Recuperado de:

<https://www.colombiaaprende.edu.co/contenidos/plataforma/khanacademy#:~:text=Khan%20Academy%20es%20una%20plataforma,fuera%20del%20sal%C3%B3n%20de%20clases>

Gaitán, V. (2015). *Gamificación: el Aprendizaje Divertido* [Mensaje en un blog]. *Educativa*. Recuperado de:

<https://www.educativa.com/blogarticulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>

Gaitán, V. (2017). En qué se basa esta técnica de aprendizaje. El modelo del juego funciona. Recuperado de:

<https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>

García-Gruezo, R. A., Farías-Zambrano, M. L., Carvajal-Parra, M. D. R., & Ramón-Guzmán, H. (2025). Gamificación para la motivación en el aula en la Unidad Educativa Particular Mixta Fernando Pizarro Bermeo, Ecuador, 2025. *MQRInvestigar*, 9(2), e683-e683.

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.2.2025.e683>.

García, L. (2018). Lleva la nube a tus clases de química. Recuperado de:

<https://www.mheducation.es/blog/lleva-la-nube-a-tus-clases-de-quimica>

García Paredes, C., Ruiz Mora, F., Aldás Paredes, L., & Gómez, R. E. (2024). Didáctica de la química



- desde la nueva visión de la ciencia. *Revista Social Fronteriza*, 4(5), e45448. Recuperado de:
<https://www.revistasocialfronteriza.com/ojs/index.php/rev/article/download/448/>
- García-López, M., & Ramírez, J. (2024). Recursos educativos digitales abiertos para la enseñanza de las ciencias: Innovación y accesibilidad en el aula de Química. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 21(2), 45–60.
<https://doi.org/10.5565/rev/riite.421>
- Gázquez, J., Molero, M., Martínez, A., Berragán, A., Simóm, M y Pino, R. (2020). Innovación Docente e Investigación en Ciencias Sociales, Económicas y Jurídicas. Avanzando en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/348579499_DE_LA_GAMIFICACION_AL_APREN_DIZAJE_BASADO_EN_JUEGOS
- González, L., & Lugo, C. (2020). Fortalecimiento de la práctica docente con Learning Analytics: estudio de caso. *Praxis & Saber*, 11 (25), 227-254.
<https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n25.2020.9075>
- Gomiz, M. P. (2016). TIC y mujeres con discapacidad: una ventana al mundo. *Revista de estudios de juventud*, 111, 119-140. Recuperado de:
<https://oai.e-spacio.uned.es/server/api/core/bitstreams/bf0e4fef-03f3-4764-be3d-867c30a7e21e/content>
- Hernández, U. (2024). Desafíos que enfrentan los docentes en la resolución de problemas digitales. Recuperado de:
<https://es.chessbase.com/post/desafios-en-la-resolucion-de-problemas-digitales-uvencio-blanco-2JUL2024>
- Hidalgo, J. F. R., Atariguana, E. E. C., Yungan, J. A. C., & Rodríguez, S. H. T. (2024). Métodos Educativos Innovadores para la Enseñanza de Química. *Polo del Conocimiento*, 9(6), 224-239. Recuperado de:
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/7311/html>.
- Holme, T. (2024). Open educational resources described in the *Journal of Chemical Education*. *Journal of Chemical Education*, 101(3), 713–714.



<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00188>

León, J., y Cisneros, P. (2021). Competencias y recursos digitales para la enseñanza-aprendizaje en educación básica superior. *Revista Scientific*, 6(20), 92–112.

<https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2021.6.20.5.92-112>.

Madrigal Sierra, Y., Amayuela Mora, G., & Cebrian Martín, D. A. (2024). Superación de docentes del nivel primario sobre recursos tecnológicos en República Dominicana: retos actuales. *Universidad Y Sociedad*, 16(6), 112–120. Recuperado de:

<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4747>

Merino, C.; Pino, S.; Meyer, E.; Garrido, J. y Gallardo, F (2015). Realidad aumentada para el diseño de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación Química*, 26(2), 94-99. Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X15000051>

MINERD. (2023). *MINERD destaca impacto de las nuevas tecnologías en las aulas para impulsar aprendizajes*. Recuperado de:

<https://www.ministeriodeeducacion.gob.do>

Moraga Toledo, S., Espinet Blanch, M., & Merino Rubilar, C. (2019). El contexto en la enseñanza de la química: Análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias de secundaria en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1604.

https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1604

Moreira, M. (2019). Aprendizaje significativo en el contexto de la tecnología educativa. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 21(2), 17–34.

<https://doi.org/10.xxxx>

OpenStax. (2024). *Chemistry*. Rice University. Recuperado de:

<https://openstax.org/subjects/chemistry>

Pachamé, A. (2017). Una nueva herramienta tecnológica para la enseñanza de la histología y la patología. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Veterinarias. Recuperado de:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=653379>.



- Páez, L. A., Quintero, T., & Lorenzo, M. G. (2023). Recursos de Educación Digital Abierta para la enseñanza de la Química Orgánica: Una revisión bibliográfica sistemática. *VI Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en Ciencias Exactas y Naturales*. Recuperado de: <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar>
- PhET Interactive Simulations. (2024). University of Colorado Boulder. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu/>
- Polanco Mota, J., Cabanes Flores, L., & Fernández Hernández, Y. B. (2025). La motivación docente en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Educación Artística: revisión sistemática. *EDUCATECONCIENCIA*, 33(1). <https://doi.org/10.58299/edutec.v33i1.325>
- Quijano Cedeño, A. A., & Navarrete Pita, Y. (2022). La enseñanza de la química: Necesidad de un fortalecimiento y comprensión en estudiantes de bachillerato. *Revista Oratores*, 15, 13–23. <https://doi.org/10.37594/oratores.n15.603>
- Quintero Duque, L. X., Alvarado, O. F. R., & Sotelo, M. E. (2021). Aplicación de los recursos educativos digitales abiertos (REDA) en la formación inicial del profesorado del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional en el semestre 2020-II. *Boletín PPDQ*, 64. <https://doi.org/10.17227/PPDQ.2021.num64.16762>
- Ramírez Hernández, D. del C., Checa Cundar, P. C., & May Navarro, A. (2016). Práctica educativa exitosa con el uso de REA para el aprendizaje de la Química en escuelas de escasos recursos: Laboratorio virtual ChemLab. *Virtualis*, 6(12), 158–176. <https://doi.org/10.2123/virtualis.v6i12.132>
- Royal Society of Chemistry. (2024). *Interactive Periodic Table*. Recuperado de: <https://www.rsc.org/periodic-table>
- Rogers, R. (2019). *Doing Digital Methods*. Londres: SAGE. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2007-3607202000020000200043&lng=en
- Rosero Benjumea, I. A. (2013). *Aprendizajes de la química a través de estrategias mediadas por la*



tecnología y recursos educativos abiertos (REA). Tesis de grado, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia. Recuperado de:

<https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/3073>

Ruiz, D. (2012). La realidad aumentada: un nuevo recurso dentro de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para los museos del siglo XXI. *Intervención*. 3 (5). Recuperado de:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-249X2012000100006&script=sci_abstract&tlng=es

Sánchez, M. (2020). Repertorio de técnicas digitales para la investigación con datos de usuarios en redes sociodigitales. *Revista Intervención*, 2(2), 66–87. Recuperado de:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200736072020000200002&script=sci_arttext

Sánchez, M., Ortega, F., y Torres, A. (2016). Active videogames as ICT tool in physical education classroom: Research from digital leisure parameters . *Digital Education Review*, (29), 112–123.

Recuperado de:

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84976310080&partnerID=40&md5=-35d71e2d82325e8dc862581c07663024>.

Serrano, J., Sánchez, Luis; Gutiérrez, P, y Espinosa, M. (2016). Internet como recurso para enseñar y aprender. Una aproximación práctica a la tecnología educativa. Sevilla: Eduforma. Recuperado de:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5766450>

Soto, P., & Hernández, C. (2025). Simulaciones interactivas y aprendizaje significativo en Química: Análisis del impacto del uso de PhET y ChemCollective. *Revista Latinoamericana de Investigación Educativa en Ciencias*, 17(1), 83–101.

<https://doi.org/10.29393/rlic17-83ph>

Tuárez-Párraga, M. M., & Lóor-Colamarco, I. W. (2021). Herramientas digitales para la enseñanza creativa de química en el aprendizaje significativo de los estudiantes. *Dominio de las Ciencias*, 7(6), 1048–1063.

<https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2380>

UNESCO. (2019). *Recommendation on Open Educational Resources (OER)*. Recuperado de:



<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370936>

UNESCO. (2023). *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education*. Recuperado de:

<https://www.unesco.org/reports/global-education-monitoring-report/2023>

Universia. (2020). La importancia de las TIC en el sector education. Disponible en:

<https://www.universia.net/mx/actualidad/orientacionacademica/importancia-tic-sector-educacion-1129074.html>.

Urzúa, M. (2021). La realidad aumentada brinda a los estudiantes la posibilidad de ver una molécula desde todos sus ángulos, visualizar cómo se organizan los átomos en un elemento, hasta comprender conceptos químicos más abstractos. Disponible en:

<https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/realidad-aumentada-para-aprenderquimica/#:~:text=>.

Yáñez Romero, M. E. (2024). Integración efectiva de las TIC en la enseñanza de química: Estrategias innovadoras para la docencia universitaria. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), e181.

<https://doi.org/10.59814/resofro.20>

Yaron, D., Karabinos, M., Lange, D., Greeno, J. G., & Leinhardt, G. (2010). The Chemcollective: laboratorios virtuales para cursos de introducción a la química. *Science*, 328(5978), 584-585.

<https://doi.org/10.1126/science.1182435>

