



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Integración efectiva de las TIC en la enseñanza de química: estrategias innovadoras para la docencia universitaria

Effective integration of ICT in chemistry teaching: innovative strategies for university teaching.

María Elena Yáñez Romero

Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador, Correo: myanez@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0276-4421>

Autor de Correspondencia: *María Elena Yáñez Romero*, myanez@utmachala.edu.ec

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 11 enero 2024 | **Aceptado:** 27 febrero 2024 | **Publicado online:** 5 marzo 2024

CITACION

Yáñez Romero M. (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.2024.4\(2\)181](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)181)



Esta obra está bajo una licencia internacional. [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).





RESUMEN

El presente estudio tomó por base la problemática existente en la inserción de la tecnología en la enseñanza de química, dado que la misma provoca en el alumnado distracción y, por ende, deficiencia académica. Es así que el objetivo de la presente es analizar la afectación del uso de los tics en la enseñanza de Química, aplicando para ello una metodología cualitativa basada en la revisión bibliográfica de 318 artículos científicos similares a la llevada a cabo, mismas que cuentan con un rango de antigüedad de 10 años (2014-2024), las cuales a su vez fueron analizadas por el aplicativo R bibliometrix, el cual demuestra que el país con mayor participación y colaboración investigativa es España. Sumado a ello, se llega a determinar que la implementación de la tecnología en la educación tiene efectos positivos como negativos, dado que ello supone tanto una brecha social dada a la falta de capacitación y recursos económicos, como también una ayuda para el estudiante, dado que este logra fomentar en ellos la interactividad y motivación por aprender, aspecto que potencia sus habilidades críticas.

Palabras claves: Tecnología; educación; química; motivación.

ABSTRACT

The present study took as a basis the problems existing in the insertion of technology in the teaching of chemistry, since it causes distraction in the students and, therefore, academic deficiency. Thus, the objective of this paper is to analyze the impact of the use of tics in chemistry teaching, applying a qualitative methodology based on the bibliographic review of 318 scientific articles similar to the one carried out, which have an age range of 10 years (2014-2024), which in turn were analyzed by the application R bibliometrix, which shows that the country with the greatest participation and research collaboration is Spain. In addition to this, it is determined that the implementation of technology in education has both positive and negative effects, since this represents both a social gap given the lack of training and economic resources, as well as an aid for the student, since it manages to foster in them interactivity and motivation to learn, aspect that enhances their critical skills.

Keywords: Technology; education; chemistry; motivation.





1. Introducción

A lo largo del tiempo la tecnología ha ido progresando de tal modo que se ha acoplado a las necesidades del ser humano, es ante ello que, la enseñanza de la Química ha experimentado un gran cambio, dado que en la misma se enfoca principalmente en el descubrimiento de nuevos hallazgos que contribuyan a la expansión del conocimiento, he aquí la importancia de esta investigación bibliográfica, al implicar esta asignatura el uso de tecnología como tal, la misma se ha visto envuelta en grandes cambios que a su vez supone una ventaja para la misma a razón de que ello amplía el conocimiento más amplio de la realidad en la que se desenvuelve el ser humano, sin embargo, ello supone a la vez la generación de contaminación, aspecto que actualmente está en discusión por el sentido de conservación y ecologismo (Aguilar-Cuesta et al., 2024).

Antes del advenimiento de la tecnología digital, la enseñanza de la química se basaba principalmente en herramientas y recursos tradicionales, como libros de texto, pizarras, modelos moleculares físicos y experimentos de laboratorio. Aunque estas herramientas siguen siendo fundamentales en el proceso educativo, su eficacia puede ser limitada en términos de acceso, interactividad y visualización de conceptos abstractos (Valero Franco & Berns, 2023). Con el avance de la tecnología, se introdujeron nuevas herramientas y recursos en la enseñanza de la química, incluyendo computadoras, software educativo, proyectores y presentaciones multimedia. Estas tecnologías permitieron a los docentes ampliar las posibilidades de enseñanza, proporcionando acceso a información en línea, simulaciones interactivas, videos educativos y actividades prácticas (Sobrinho Junior & Moraes, 2022).

Una de las innovaciones más significativas en la enseñanza de la química ha sido el desarrollo de simulaciones y laboratorios virtuales. Estas herramientas permiten a los estudiantes realizar experimentos y observar fenómenos químicos en un entorno digital, sin los riesgos asociados con los experimentos de laboratorio tradicionales. Además, ofrecen la ventaja de repetir experimentos múltiples veces y manipular variables para comprender mejor los conceptos científicos (Pereira et al., 2022). La inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje adaptativo están siendo utilizados cada vez más en la enseñanza de la química para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante. Estas tecnologías analizan el





progreso y las necesidades individuales de los estudiantes, proporcionando retroalimentación y recursos personalizados que los ayudan a fortalecer sus habilidades y superar dificultades específicas (Parra-Sánchez, 2022).

El uso de dispositivos móviles, como tabletas y teléfonos inteligentes, está cambiando la forma en que los estudiantes interactúan con el contenido educativo. Las aplicaciones móviles ofrecen acceso instantáneo a recursos educativos, herramientas de estudio y actividades prácticas, permitiendo a los estudiantes aprender en cualquier momento y lugar (Prado Ortega, 2020). El futuro de la enseñanza de la química seguramente estará marcado por avances tecnológicos continuos, como la integración de inteligencia artificial, la realidad aumentada y la gamificación. Estas innovaciones prometen ofrecer experiencias educativas aún más personalizadas, inmersivas y efectivas, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos científicos del siglo XXI (Sierralta Pinedo Sheila, 2021).

La enseñanza de la “química” con el uso de la tecnología se remonta al siglo XX con la inserción de recursos tecnológicos como las películas educativas y diapositivas para su enseñanza. Es a partir de la década de 1980 que aparecen las computadoras personales y el internet, mismo que llegó a revolucionar la forma tradicional de aprendizaje, es en este punto que se apertura la oportunidad de aplicar simulaciones, animaciones con temáticas relacionadas a la química, siendo una de ellas los enlaces moleculares (Layza Candela et al., 2022).

A ello se agrega el uso de laboratorios virtuales, es a partir de 1960 que se desarrollan simulaciones por computadores que lograron ejecutar experimentos virtuales sin necesidad de equipos de laboratorio; entre los años 80 hasta el 2010 se da la expansión y diversificación de la tecnología dentro de este ámbito y más aún con la llegada del Internet, a través de este último, surgen diversos programas educativos interactivos que combinaron textos, imágenes, animaciones y videos que lograron facilitar la comprensión de los conceptos y definiciones de los elementos químicos, asimismo se desarrollaron plataformas online que permitían a los estudiantes acceder a recursos educativos como foros de debate que lograban mejorar la interacción y estimulación de la parte analítica de quienes hacen uso de ella (Silva-Díaz et al., 2023).





A partir del 2010 hasta la actualidad se produce la aparición de diversas mecánicas de juego en la enseñanza de la Química aumentando de este modo la motivación hacia el aprendizaje de esta asignatura. Conjuntamente a ello, aparece también implementos tecnológicos de realidad aumentada que lograron incentivar a los estudiantes en fomentar su interés por esta asignatura, dado que ello implicó el uso de modelos 3D de moléculas y estructuras químicas que lograron crear experiencias más interesantes e inmersivas (Freire, 2020).

Un aspecto fundamental a tener en cuenta se encuentra en que la tecnología de por sí está comprometida con el desarrollo de nuevos instrumentos que permitan forjar un conocimiento más avanzado en cuanto a la realidad, pero ello supone un riesgo importante tanto a nivel general como individual (Dávila et al., 2020). La integración de las tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza de la Química ha abierto nuevas posibilidades para el aprendizaje, pero también ha generado una serie de problemáticas que deben ser consideradas. Entre una de las problemáticas se encuentra la brecha digital, está básicamente se fundamenta en que no todos los estudiantes están en la posibilidad de disponer de medios tecnológicos causando la limitación de acceso al conocimiento y crecimiento intelectual (Jiménez-García et al., 2023).

Simultáneamente, el costo de implementación supone otro factor de desventaja, dado que la adquisición de hardware, software, licencias y plataformas digitales puede representar una inversión considerable para las instituciones educativas, especialmente en países con recursos limitados (Martínez & Jiménez, 2020). De igual forma, personalmente para el estudiante supone un riesgo su implementación, es decir, su uso supone la generación de dependencia sobre la tecnología, provocando la disminución del pensamiento crítico la resolución de problemas y la creatividad. El uso de simulaciones y herramientas virtuales puede limitar el desarrollo de habilidades manuales y la experiencia práctica en el laboratorio (Mora Casasola, 2023).

Otra de las problemáticas a la que está expuesto el alumnado es a la distracción y, por ende, la falta de concentración. La gran cantidad de información y estímulos presentes en las plataformas digitales puede distraer a los estudiantes y afectar su capacidad de concentración (Díaz & Luna, 2020). De igual manera, la multitarea durante el uso de las TIC puede afectar





negativamente el rendimiento académico y la calidad del aprendizaje.

Por otra parte, se pone en consideración la afectación ambiental, la rápida obsolescencia de los dispositivos tecnológicos genera un problema de residuos electrónicos que afecta al medio ambiente (Tucho & González De Eusebio, 2020). Cabe recalcar que, el estudio de este tema tiene por objetivo analizar la afectación del uso de los tics en la enseñanza de Química, requiriendo para ello la indagación e inmersión histórica del tema hasta su evolución actual, de tal forma que permita dar respuesta a la siguiente pregunta investigativa, ¿hasta qué punto la inserción de la tecnología puede afectar en la enseñanza de química del alumnado?

2. Materiales y Métodos

El presente estudio es de carácter bibliográfico, por ende, es cualitativo, mismo que partió de una investigación exhaustiva de fuentes de información de la base de datos Redalyc y Dialnet. Es así que este trabajo presenta una revisión exhaustiva de la literatura actual sobre las herramientas tecnológicas y su efecto sobre la enseñanza de Química, dando énfasis a las estrategias innovadoras y los beneficios que conlleva su implementación, para ello, se seleccionaron artículos científicos relevantes publicados en revistas científicas de alto impacto.

Para la selección de los artículos que servirán de base se efectuó la búsqueda sobre estos artículos publicados con 10 años de antigüedad, con énfasis en la producción de artículos más recientes, los años a tomar en cuenta es de 2014 hasta el 2024. De estos documentos se extraerán datos de citación bibliográfica, resumen, palabras claves e información relevante de las publicaciones. De igual forma se priorizó la literatura que aportara información relevante y actualizada sobre las estrategias innovadoras para la integración de las TIC en la docencia universitaria de la química. Cabe recalcar que, los estudios escogidos varían en cuanto a su metodología, por tanto, se hizo uso de estudios cuantitativos y cualitativos.

Tras la recopilación de la información mencionada se procedió a analizar la de manera crítica, empleando para ello, técnicas de análisis de contenido y síntesis de la información, en el cual, se aplicaron técnicas de análisis de contenido y síntesis de información, además de lograr



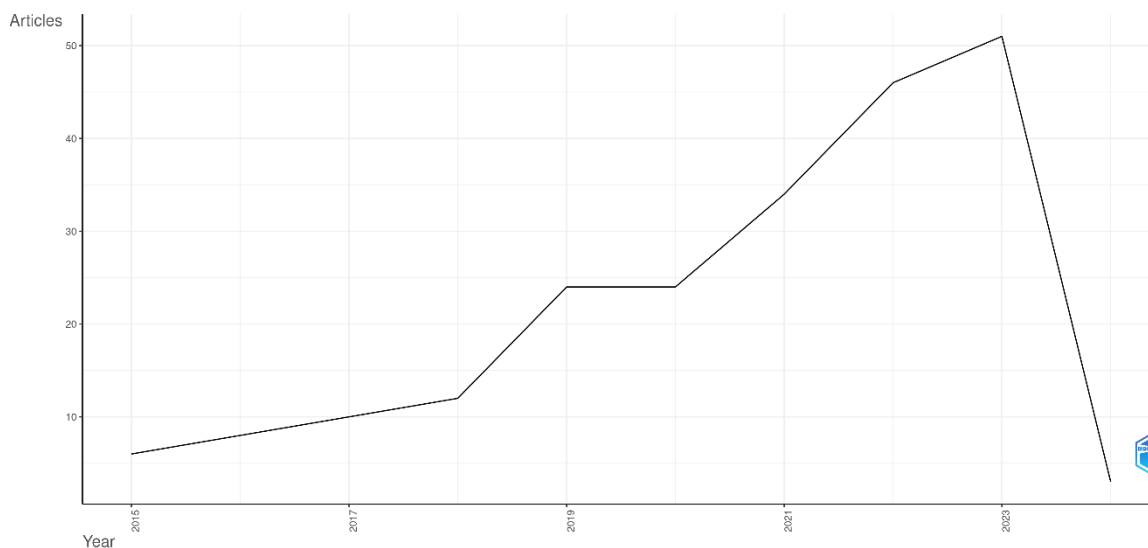
identificar tendencias y desafíos relacionados a la integración efectiva de la tecnología en la enseñanza de la química a nivel universitario. Dentro de las herramientas a emplear en la redacción y análisis de este trabajo se empleará el aplicativo R Bibliometrix con la finalidad de efectuar un análisis descriptivo del conjunto de datos perteneciente al registro de publicaciones y co-citaciones (Derviş, 2020).

3. Resultados

Tras la implementación de Bibliometrix se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 1

Producción científica

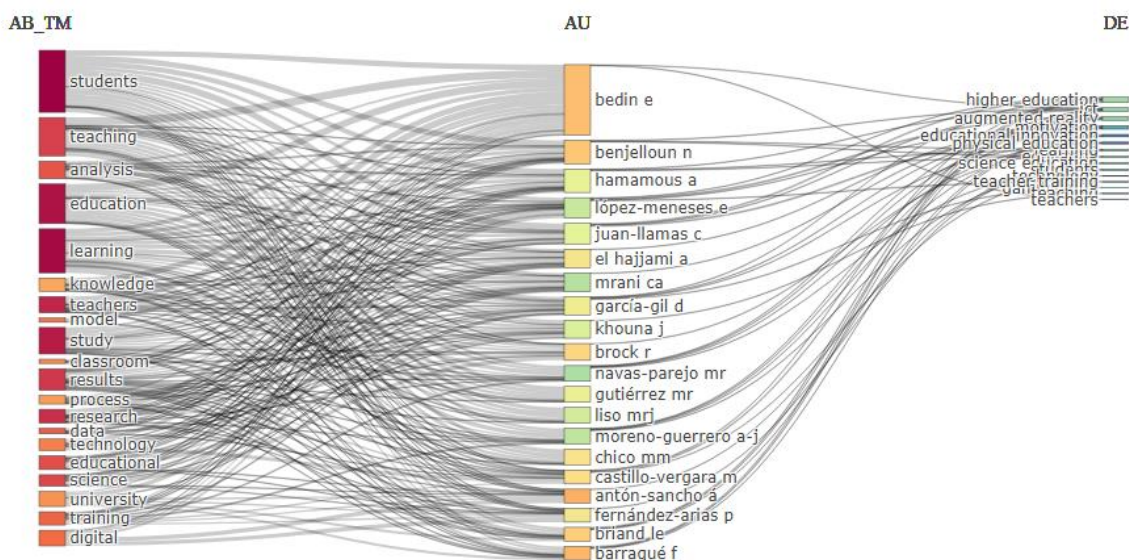


Nota: Elaborado mediante aplicativo R Bibliometrix (2024).

De acuerdo con la presente figura se determina que la tasa de crecimiento anual de la producción científica entre el año 2015 al 2024 sigue una tendencia creciente, llegando a producir de 6 artículos en el 2015 a producir 51 artículos en el 2023, sin embargo, en el año 2024 que está en curso esta tendencia va decreciendo a 3 artículos.

Figura 2

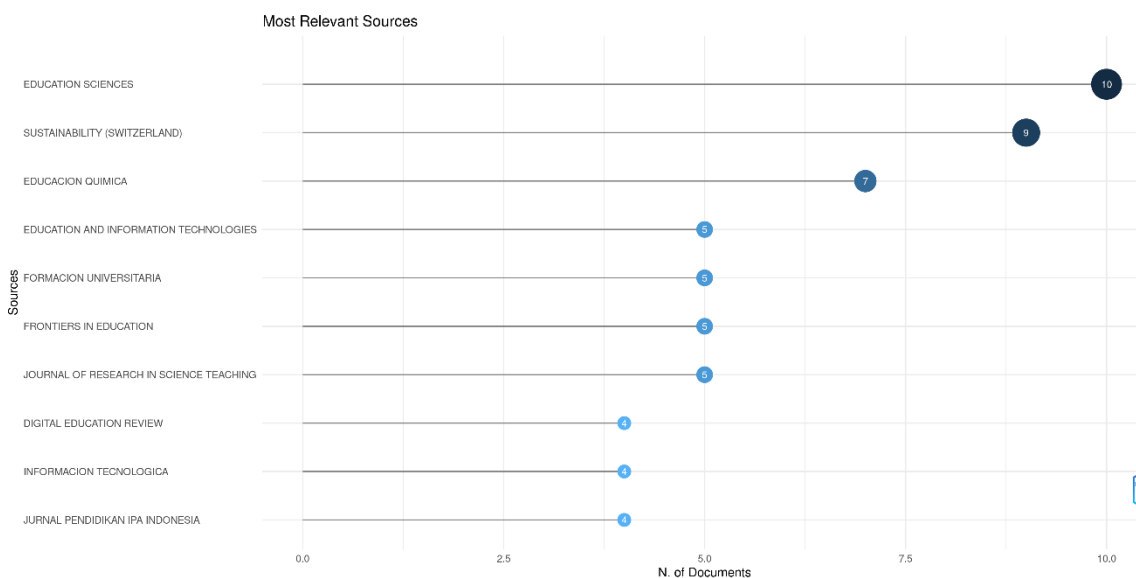
Gráfico de tres fases: Resumen, autor y palabras clave



Nota: Elaborado mediante aplicativo R Bibliometrix (2024).

En cuanto a la figura 2, esta muestra la paridad existente entre los autores más relevantes en el conjunto de datos, enfocándose en sus estudios acerca de la implementación de la tecnología en la enseñanza de universitarios.

Figura 3
Fuentes con mayor relevancia

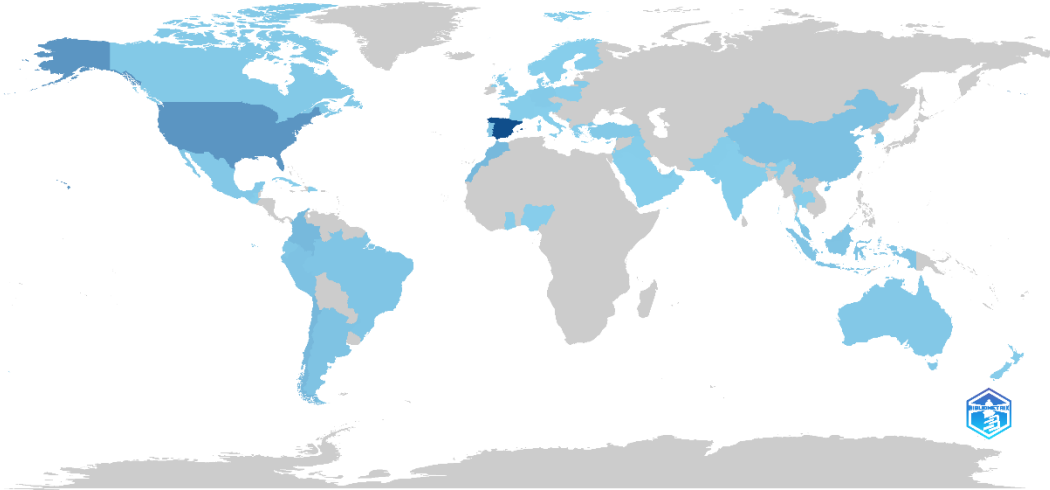


Nota: Elaborado mediante aplicativo R Bibliometrix (2024).

Tras la aplicación del aplicativo R Bibliometrix se determinó que la revista de mayor representación es Education Sciencies, misma que se enfoca en la publicación de artículos enfocados en la investigación de la afectación de la tecnología en la enseñanza del alumnado.

Figura 4

Países de producción científica



Nota: Elaborado mediante aplicativo R Bibliometrix (2024).

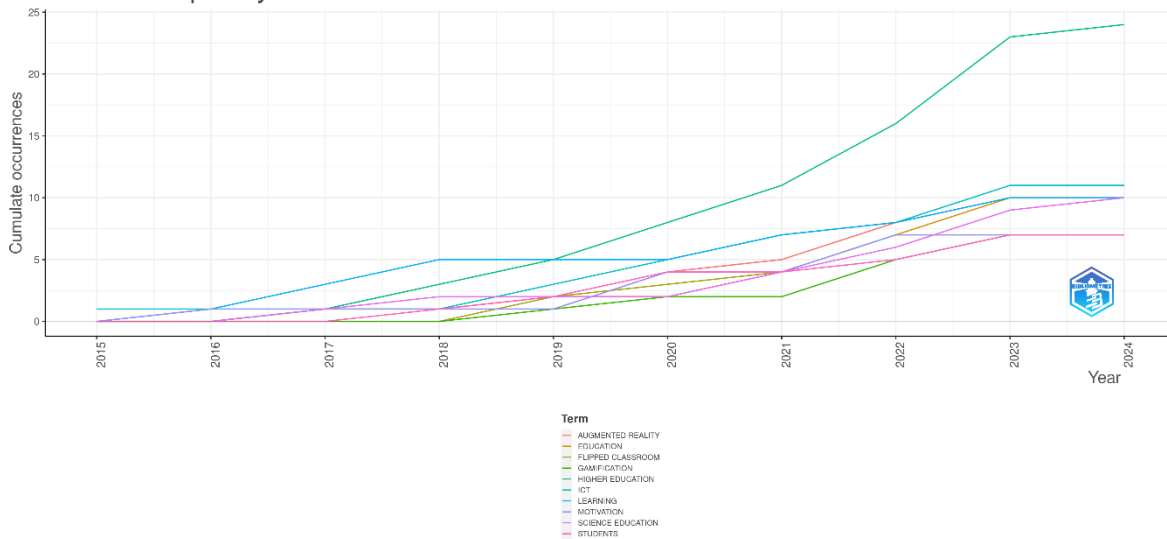
De acuerdo a la figura 3 la mayor producción científica referente a la inserción de la tecnología en el proceso de enseñanza de química proviene en su mayoría de España con 223 publicaciones, seguido de Estados Unidos con 95 publicaciones, Chile con 36, Morocco 35, China 22, Perú 20, Argentina 18, el resto de países poseen valores inferiores a los mencionados, tal es el caso de Australia y México que poseen 10 publicaciones, Indonesia y Corea del Sur 7, Nueva Zelanda y Reino Unido 4 y, Tailandia 1 publicación.

Nota: Elaborado mediante aplicativo R Bibliometrix (2024).

El extracto mediante palabras clave determina que las palabras más usadas en el desarrollo de los artículos son estudiantes, enseñanza, educación, experimento humano, artículo, adolescentes, humanos.

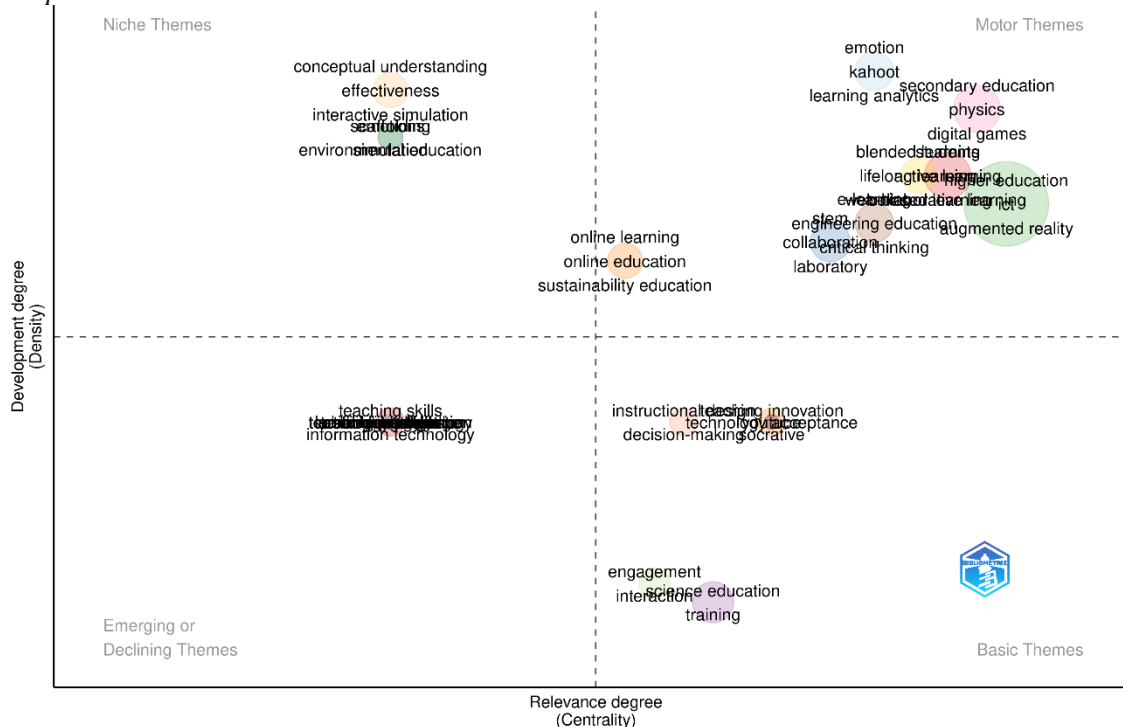
Figura 7

Frecuencia de palabras a lo largo del tiempo
Words' Frequency over Time



Nota: Elaborado mediante aplicativo R Bibliometrix (2024).

En concordancia a la Figura 7 la cual muestra la frecuencia de uso de las palabras clave a lo largo del tiempo muestra que el término más empleado es educación de nivel alto teniendo en el 2017 una publicación y para el 2024 esta asciende a 24 publicaciones, seguido del término TIC con 11 publicaciones para lo que transcurre el 2024, asimismo en el rango de tiempo establecido se aprecia que los términos realidad aumentada, educación, aprendizaje y enseñanza de las ciencias mantienen un número de publicaciones constante en el año 2023 y 2024.

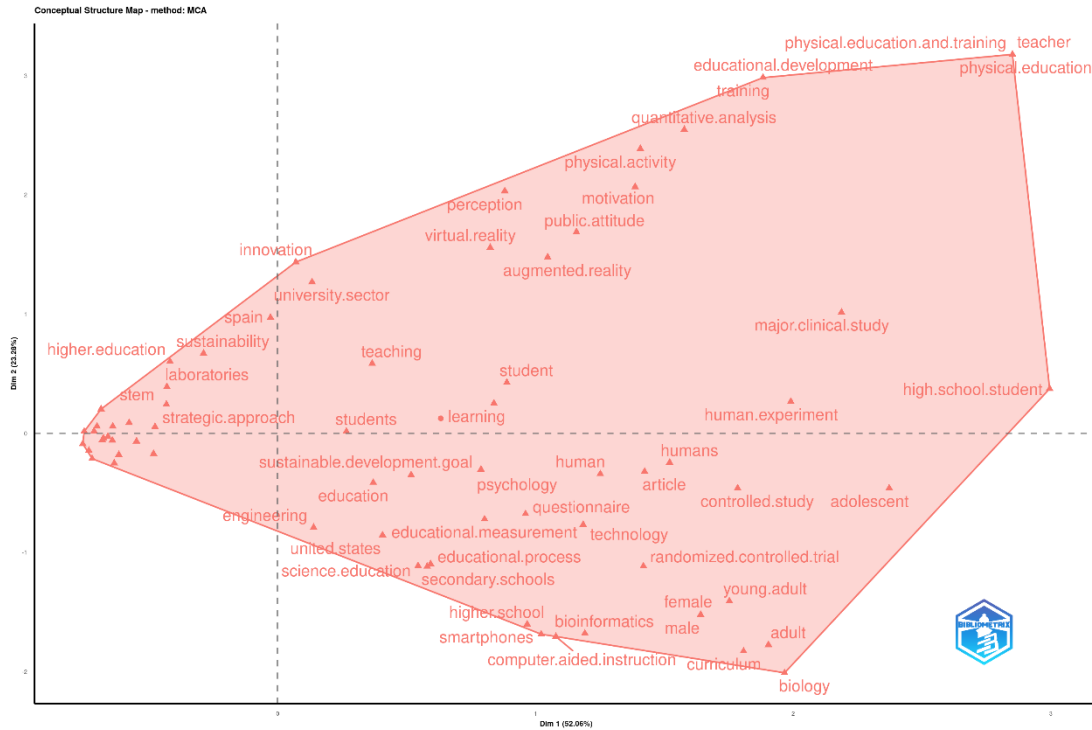
Figura 8*Mapa temático*

Nota: Elaborado mediante aplicativo R Bibliometrix (2024).

La figura 8 representa un mapa temático acerca de las palabras claves empleadas en los artículos científicos que se tomaron como base para el análisis bibliométrico, en el que se determinó los temas de nicho corresponden a aquellos que se enfocan en el entendimiento conceptual, la efectividad, simulación interactiva y el ambiente educacional, mientras que los temas motores se inclinan a la realidad aumentada, pensamiento crítico, la educación y demás términos. En contra parte los términos de menor concurrencia de uso son habilidades de enseñanza, tecnología, y, aquellas consideradas como básicas emplean palabras como educación de ciencias, interacción, preparación, enseñanza institucional y demás términos.

Figura 9

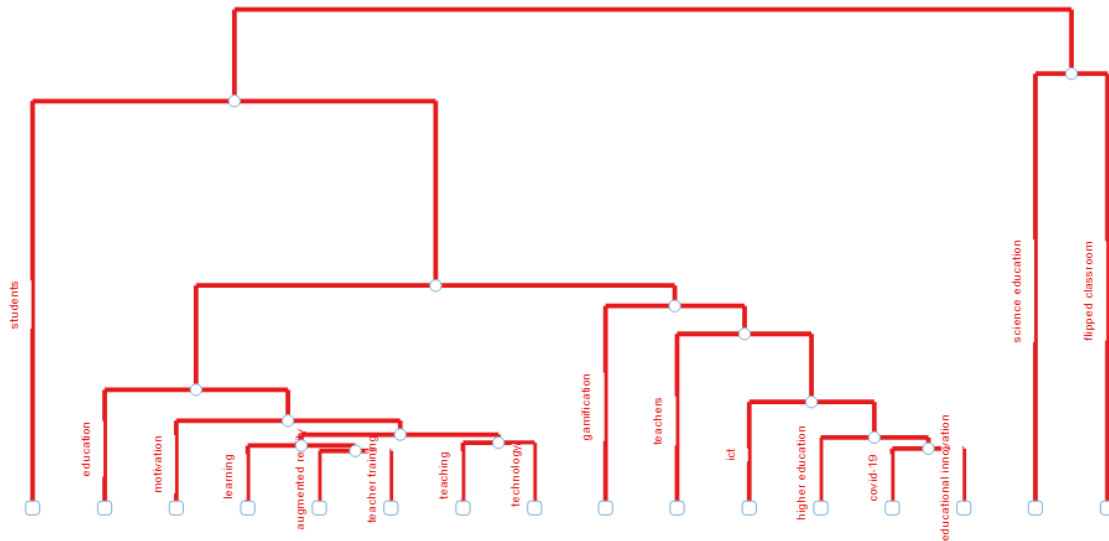
Mapa de análisis factorial



Nota: Elaborado mediante aplicativo R Bibliometrix (2024).

Figura 10

Análisis factorial por medio de Dendrograma



Nota: Elaborado mediante aplicativo R Bibliometrix (2024).

En función a la figura 9 y 10 se determina que la estratificación de las palabras, mismas que muestran una fuerte relación entre ellas. En donde los términos vinculables son: estudiantes, educación, motivación, realidad aumentada y demás términos que se visualizan en la figura 10; mientras que los términos: educación en ciencias y clase invertida presentan menor vínculo con el resto de las palabras.

4. Discusión

En función a los diversos hallazgos científicos la implementación de las herramientas tecnológicas en la enseñanza de química se determina que las mismas han logrado mejorar significativamente el aprendizaje de los estudiantes en comparación con el método tradicional de enseñanza (Lara-Navarra et al., 2023). De la misma forma, Osorio (2021), en su trabajo investigativo efectuó la implementación de un aula virtual para la enseñanza de la química inorgánica y descubrieron que los estudiantes que participaron en esta experiencia tuvieron un mejor desempeño en las evaluaciones que aquellos que no lo hicieron. Dejando en clara evidencia el beneficio de las Tics en la enseñanza.

Sin embargo, otros estudios realizados por Gómez-Ortega et al. (2023) argumenta que, el uso de las Tics se traducen como una fuente de distracción para los estudiantes, quienes pueden perder el foco de la clase y dedicarse a otras actividades no relacionadas con el aprendizaje, sumado a que su uso excesivo puede promover un aprendizaje superficial, donde los estudiantes se limitan a memorizar información sin comprenderla en profundidad.

Asimismo, Melo & Sánchez (2017), en su investigación mencionan que, estas herramientas tecnológicas solo dificultan el proceso de aprendizaje, y que las mismas poseen limitaciones, dado que las simulaciones por computadora pueden presentar una visión simplificada y descontextualizada de la realidad, lo que dificulta la transferencia del aprendizaje a situaciones del mundo real, así como también la complejidad de uso de estos por estudiantes puede generar frustración y desmotivación. Aunque, por otro lado, Meroni et al. (2015), alega que es todo lo contrario, según su investigación el que se implementaron un programa de radio educativa para la enseñanza de la química y descubrieron que los estudiantes que lo escuchaban tenían una mayor motivación por aprender, por lo que, mejoró significativamente la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos.



Igualmente, Ramos Paredes, et al. (2023), en su investigación, utilizaron una pizarra digital interactiva para la enseñanza de la química y observaron que los estudiantes que la usaban tenían una mayor atención en clase, por efecto, obtuvieron una mayor comprensión de los conceptos abstractos.

Asimismo, Brovelli Sepúlveda et al. (2018), menciona en su investigación que al ofrecer la tecnología la posibilidad de adaptar el contenido y las actividades educativas según sus intereses, habilidades y estilos de aprendizaje individuales de cada estudiante logra fomentar en ellos la motivación necesaria para procesar aquella información, todo ello posible a través del uso de plataformas educativas en línea, aplicaciones móviles y herramientas interactivas que les permiten explorar la química de manera más personalizada y autodirigida, eligiendo actividades que les resulten más atractivas y relevantes para su aprendizaje. Pese a ello, la investigación efectuada por Forero-Corba & Negre Bennasar (2023), menciona que la presentación simultánea de información en diferentes formatos (texto, imágenes, audio, video) puede sobrecargar la capacidad de procesamiento de información de los estudiantes, lo que dificulta el aprendizaje, aspecto que delimita sus funcionalidades.

Por el contrario, Rovira-Collado et al. (2023), detalla en su investigación que las tics si son beneficiosas, para llegar a ese resultado se implementó un sistema de wikis educativas para la enseñanza de la química y se encontraron que los estudiantes que participaban en ellas tenían una mayor capacidad de trabajo colaborativo.

El estudio efectuado por Raviolo & Lerzo (2016), demostró nuevamente que es necesario el uso de los tics, para ello, implementaron un laboratorio remoto para la enseñanza de la química y encontraron que los estudiantes que lo usaban tenían una mayor seguridad en el manejo de los materiales de laboratorio, fomentando en ellos la confianza en sus habilidades.

En contra posición, para Muñoz-Osuna et al.(2016), la inserción de las TIC como herramientas la instrucción tradicional (conferencias, videos, etc.) no aprovecha su potencial para el aprendizaje activo y la construcción del conocimiento, además de limitar la creatividad de los estudiantes, quienes se acostumbran a seguir instrucciones predefinidas en





lugar de explorar y experimentar por sí mismos.

De igual forma existen limitaciones para su uso dado que ello supone que el maestro o docente se encuentre en la capacidad de poseer habilidades tecnológicas para así poder integrarla en sus clases, requiriendo para ello de la formación de estrategias pedagógicas que permitan aprovechar al máximo las facilidades que brinda esta herramienta (Rodríguez, 2014). Siendo así que unos de los principales beneficios de la tecnología en la enseñanza de la química es su capacidad para crear experiencias interactivas y visuales que pueden ayudar a los estudiantes a comprender conceptos abstractos de manera más clara y tangible. Por ejemplo, las simulaciones virtuales permiten a los estudiantes explorar reacciones químicas en un entorno seguro y controlado, lo que les brinda la oportunidad de experimentar con diferentes condiciones y observar los resultados en tiempo real. Estas simulaciones pueden ayudar a los estudiantes a visualizar conceptos como el equilibrio químico, la cinética de reacción y la estructura molecular, lo que les permite desarrollar una comprensión más profunda de los principios químicos (Rivero & Matta, 2019).

Además de las simulaciones virtuales, las aplicaciones móviles también han demostrado ser herramientas útiles para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la química. Estas aplicaciones ofrecen una amplia gama de recursos, como juegos interactivos, tutoriales paso a paso y pruebas de práctica, que permiten a los estudiantes aprender a su propio ritmo y de manera autodidacta. Al proporcionar acceso instantáneo a información y actividades relacionadas con la química, las aplicaciones móviles pueden ayudar a motivar a los estudiantes y fomentar su interés en la materia (Vera-Sagredo et al., 2022).

Otra tecnología que ha ganado popularidad en la enseñanza de la química es la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV). Estas tecnologías permiten a los estudiantes interactuar con modelos tridimensionales de moléculas y estructuras químicas de una manera inmersiva y envolvente. Por ejemplo, mediante el uso de dispositivos de RA o RV, los estudiantes pueden explorar la estructura molecular de compuestos químicos y observar cómo interactúan las diferentes moléculas en una reacción química. Esta experiencia práctica y visual puede ayudar a reforzar los conceptos aprendidos en el aula y mejorar la retención del conocimiento a largo plazo (Egas & Castro, 2014).





Sin embargo, a pesar de los beneficios potenciales de la tecnología en la enseñanza de la química, también existen desafíos y limitaciones que deben abordarse. Uno de los principales desafíos es garantizar que las tecnologías utilizadas en el aula sean accesibles para todos los estudiantes, independientemente de su nivel socioeconómico o de sus habilidades tecnológicas. Además, es importante que los educadores reciban la capacitación adecuada para integrar efectivamente la tecnología en su enseñanza y aprovechar al máximo su potencial educativo (De La Cruz-Porta & Orosco-Fabian, 2023).

Además, algunos críticos argumentan que la tecnología puede ser una distracción en el aula y puede dificultar la atención y el compromiso de los estudiantes. Por ejemplo, el uso excesivo de dispositivos móviles durante las clases puede llevar a la multitarea y a una menor retención de la información. Por lo tanto, es importante encontrar un equilibrio entre el uso de la tecnología como herramienta educativa y la necesidad de fomentar habilidades de atención y concentración en los estudiantes (Arellanos-Carrión, 2023).

Cabe recalcar que, durante Pandemia en el año 2019 el aprendizaje de química por medio de la tecnología ha sufrido de dificultades relacionadas a la adaptación de métodos de enseñanza y habilidades tecnológicas, en donde muchos docentes han tenido que aprender a utilizar plataformas educativas en línea, herramientas de videoconferencia y software de colaboración en un corto período de tiempo, lo que puede resultar abrumador y estresante. La falta de capacitación adecuada en tecnología educativa puede afectar la calidad del aprendizaje y la experiencia del estudiante (Urquizo & Sánchez, 2022).

A ello se le sumó la preocupación por la integridad académica en un entorno de aprendizaje en línea, donde los estudiantes tienen acceso fácil a recursos en línea y pueden enfrentar tentaciones de hacer trampas en evaluaciones y exámenes. Los docentes deben implementar estrategias efectivas para prevenir el plagio y promover la honestidad académica, lo que puede requerir el uso de herramientas de detección de plagio y el diseño de evaluaciones auténticas que fomenten la reflexión y el pensamiento crítico (Freire, 2020).

El uso de tecnología en la enseñanza de la química tiene el potencial de reducir el consumo de recursos naturales y minimizar el impacto ambiental asociado con los métodos de



enseñanza tradicionales. Por ejemplo, la utilización de libros de texto digitales en lugar de libros de texto impresos puede reducir la cantidad de papel utilizado en el aula, lo que a su vez disminuye la deforestación y la huella de carbono asociada con la producción y distribución de papel. Además, el uso de recursos en línea, como videos educativos y simulaciones virtuales, puede eliminar la necesidad de productos químicos y materiales de laboratorios tradicionales, lo que reduce la generación de residuos peligrosos y la contaminación del agua y el suelo (Domański et al., 2024).

Un estudio realizado por Ramos Paredes, et al.(2023), examinó el impacto ambiental de la transición de los libros de texto impresos a los libros de texto digitales en las escuelas primarias y secundarias de Italia. Los resultados mostraron que el uso de libros de texto digitales resultó en una reducción significativa en el consumo de papel y en las emisiones de carbono asociadas con la producción y distribución de libros de texto. Además, el estudio encontró que los estudiantes y los profesores reportaron una mayor satisfacción con los libros de texto digitales en comparación con los libros de texto impresos, lo que sugiere que la tecnología puede no solo ser más sostenible, sino también más efectiva en términos de aprendizaje.

Sin embargo, a pesar de los beneficios potenciales de la tecnología en la reducción del impacto ambiental de la enseñanza de la química, también es importante reconocer los desafíos y las preocupaciones ambientales asociadas con el uso de dispositivos electrónicos y tecnologías digitales. Por ejemplo, la fabricación, el uso y la eliminación de dispositivos electrónicos pueden contribuir a la contaminación del aire, el agua y el suelo, así como a la generación de desechos electrónicos que contienen materiales tóxicos y peligrosos (Toledo Lara, 2017).

Un estudio realizado por Pogrebnaya & Mikhailova (2023), investigó el ciclo de vida ambiental de dispositivos electrónicos, como tabletas y computadoras portátiles, utilizados en entornos educativos. Los resultados mostraron que la fabricación y el uso de estos dispositivos tienen un impacto significativo en el consumo de recursos naturales, la generación de residuos electrónicos y las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, el estudio también destacó que la durabilidad, el reciclaje y el uso eficiente de la



energía pueden mitigar parte de este impacto ambiental, lo que subraya la importancia de considerar el ciclo de vida completo de la tecnología en la evaluación de su huella ambiental.

Además, el rápido avance tecnológico y la obsolescencia programada de los dispositivos electrónicos pueden dar lugar a una rápida generación de desechos electrónicos y a la necesidad de reemplazar equipos con mayor frecuencia, lo que aumenta la presión sobre los recursos naturales y contribuye a la acumulación de desechos en vertederos y sitios de disposición final. Por lo tanto, es importante implementar prácticas de gestión de residuos electrónicos adecuadas, como el reciclaje y la reutilización de dispositivos, para minimizar su impacto ambiental (Delva Benavides, 2022).

Para abordar estas preocupaciones ambientales, es fundamental adoptar un enfoque holístico y sostenible en el diseño, la implementación y el uso de tecnología en la enseñanza de la química. Esto incluye considerar no solo el impacto ambiental directo de los dispositivos electrónicos y las tecnologías digitales, sino también su eficacia educativa y su capacidad para promover la sostenibilidad y la conciencia ambiental entre los estudiantes (Flores-Tena et al., 2021).

En términos de diseño y fabricación de dispositivos electrónicos, es importante priorizar la durabilidad, la reparabilidad y el uso de materiales reciclables y de bajo impacto ambiental. Además, se deben promover prácticas de consumo responsable, como la compra de dispositivos reacondicionados y la prolongación de la vida útil de los equipos existentes a través de actualizaciones de software y hardware (Cancino-Gómez et al., 2023).

En cuanto al uso de tecnología en el aula, es importante fomentar prácticas de conservación de energía y recursos, como apagar los dispositivos cuando no estén en uso y maximizar el uso compartido de recursos entre estudiantes y docentes. Además, se pueden explorar alternativas sostenibles, como el uso de energía renovable para alimentar dispositivos electrónicos y la implementación de políticas de compra verde que favorezcan productos y servicios con un menor impacto ambiental (Cabero Almenara, 2014).

La educación ambiental y la sensibilización sobre la sostenibilidad también deben integrarse en el currículo de química, para que los estudiantes comprendan el impacto ambiental de la





tecnología y desarrollen habilidades y actitudes para abordar estos desafíos de manera efectiva. Esto puede incluir actividades prácticas, proyectos de investigación y colaboraciones con la comunidad local para abordar problemas ambientales locales y promover un cambio (Padilla Piernas et al., 2023). Sin embargo, se vuelve a recalcar que el uso de las TIC en la educación de química ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades digitales relevantes, como la búsqueda y evaluación de información en línea, el uso de software especializado, la comunicación en entornos virtuales y la resolución de problemas tecnológicos. Estas habilidades son esenciales en el mundo actual y preparan a los estudiantes para futuras carreras en ciencia y tecnología (Da Silva-Bueno et al., 2021).

La naturaleza dinámica de las TIC garantiza la actualización constante de información y recursos educativos en química. Los estudiantes pueden acceder a las últimas investigaciones, descubrimientos y avances en el campo de la química a través de bases de datos en línea, revistas científicas y conferencias virtuales (García & Catarreira, 2020).

Las TIC ofrecen flexibilidad y accesibilidad en el aprendizaje al permitir a los estudiantes acceder al contenido en cualquier momento y lugar a través de dispositivos digitales como computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes. Esto es especialmente beneficioso para estudiantes con horarios ocupados o que no pueden asistir regularmente a clases presenciales (Assinnato et al., 2018).

Las TIC facilitan la visualización de conceptos abstractos y abstractos en química a través de modelos tridimensionales, animaciones y gráficos interactivos. Estas representaciones visuales ayudan a los estudiantes a conceptualizar y comprender mejor estructuras moleculares, procesos químicos y relaciones entre diferentes elementos y compuestos (Martin et al., 2024). Las TIC permiten la personalización del aprendizaje al adaptarse a las necesidades individuales de cada estudiante. Con herramientas de aprendizaje adaptativo y sistemas de tutoría inteligente, los estudiantes pueden recibir retroalimentación inmediata y recursos personalizados que los ayuden a superar dificultades y fortalecer sus habilidades en química (Galvis-Jácome, 2022).

Las TIC fomentan la interactividad y la participación activa de los estudiantes en el proceso





de aprendizaje. A través de plataformas en línea, foros de discusión, juegos educativos y aplicaciones móviles, los estudiantes pueden involucrarse de manera más dinámica con el contenido, resolver problemas y colaborar con sus compañeros (Casillas Lopez et al., 2021).

Las simulaciones y los laboratorios virtuales son herramientas poderosas que permiten a los estudiantes realizar experimentos y observar fenómenos químicos en un entorno digital seguro y controlado. Esto les brinda la oportunidad de experimentar con reacciones químicas sin riesgo de accidentes, así como de repetir experimentos múltiples veces para comprender mejor los resultados (Hernández et al., 2021).

Las TIC proporcionan acceso a una variedad de recursos educativos en línea, como simulaciones interactivas, videos explicativos, libros electrónicos y bases de datos científicas. Estos recursos permiten a los estudiantes explorar conceptos químicos de manera visual y práctica, lo que facilita la comprensión y retención del contenido (Mesa Jiménez & Forero Romero, 2016).

5. Conclusión

A partir de lo indagado se determina que, la inserción de la tecnología en la enseñanza de la Química tiene un impacto positivo en el aprendizaje del alumnado, siempre que se implementen de forma adecuada y se consideren las limitaciones existentes. Sumado a ello que, estas en cierta medida logran mejorar la motivación, la participación, el desarrollo de competencias digitales y la accesibilidad al aprendizaje. Sin embargo, su excesivo uso limita las capacidades intelectuales del alumnado, aspecto que no favorece a su crecimiento y desarrollo, sumado a ello, el uso del mismo supone un impacto ambiental dado a la obsolescencia de la misma. Es así que se recomienda continuar investigando y desarrollando estrategias para aprovechar al máximo el potencial de las TIC en la enseñanza de la Química, a más de que sería ideal continuar con esta investigación enfocándonos en el aspecto más ambiental.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran que este estudio no presenta conflictos de intereses y que, por tanto, se ha seguido de forma ética los procesos adaptados por esta revista, afirmando que este trabajo no ha sido





publicado en otra revista de forma parcial o total.

Referencias bibliográficas

- Aguilar-Cuesta, Á. I., Colomo-Magaña, E., & Ruiz-Palmero, J. (2024). El papel de la tecnología educativa en las ciencias sociales: Análisis bibliométrico. *Texto Livre*, 17, e46791. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2024.46791>
- Arellanos-Carrión, S. (2023). Impacto y retos enfrentados por la educación básica y universitaria en América Latina y España durante la pandemia de COVID-19. *Revista Electrónica Educare*, 27(2), 1-18. <https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15884>
- Assinnato, G., Sanz, C., Gorga, G., & Martin, M. V. (2018). Actitudes y percepciones de docentes y estudiantes en relación a las TIC. Revisión de la literatura. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 22, e01. <https://doi.org/10.24215/18509959.22.e01>
- Brovelli Sepúlveda, F., Cañas Urrutia, F., & Bobadilla Gómez, C. (2018). Herramientas digitales para la enseñanza y aprendizaje de Química en escolares Chilenos. *Educación Química*, 29(3), 99. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63734>
- Cabero Almenara, J. (2014). Formación del profesorado universitario en TIC. Aplicación del método Delphi para la selección de los contenidos formativos. *Educación XXI*, 17(1), 111-132. <https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.10707>
- Cancino-Gómez, Y., Palacios Rozo, J. J., & Barbosa Guerrero, L. M. (2023). Prácticas de consumo responsable: Proyección de tipología. *Revista Venezolana de Gerencia*, 28(Especial 9), 162-181. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.28.e9.11>
- Casillas Lopez, M. A., Osuna Ruiz, E. G., & Mendoza Navarro, L. A. (2021). Beneficios del aula multimedia en la enseñanza del diseño para la comunicación gráfica: El caso de la Licenciatura en Diseño para la Comunicación Gráfica del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara. *Zincografía*. <https://doi.org/10.32870/zcr.v0i1.17>
- Da Silva-Bueno, R.-W., Coragem Ballejo, C., & M. Gea, M. (2021). Profesores que forman profesores y sus percepciones frente al uso de las TIC en las clases de matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 169-183. <https://doi.org/10.22201/iissue.20072872e.2021.35.1088>
- Dávila, M. A. J., Torres, Y. F., León, I. Z., Guerra, G. G., & Carrillo, M. G. L. (2020). *Química y las ciencias básicas biomédicas. Alternativa tecnológica Chemistry and basic biomedical sciences. Technological alternative*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331475280008>
- De La Cruz-Porta, E. A., & Orosco-Fabian, J. R. (2023). Experiencia pedagógica con clases híbridas en el contexto universitario. *Innovaciones Educativas*, 25(39), 152-168. <https://doi.org/10.22458/ie.v25i39.4572>
- Delva Benavides, J. E. (2022). derecho a reparar: Obsolescencia, regulación y su impacto en los desechos tecnológicos. *Revista de Derecho Ambiental*, 2(18), 13-34. <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2022.66915>
- Derviş, H. (2020). Bibliometric Analysis using Bibliometrix an R Package. *Journal of Scientometric Research*, 8(3), 156-160. <https://doi.org/10.5530/jscires.8.3.32>
- Díaz, S. F., & Luna, M. B. (2020). *Aplicaciones móviles como herramienta de apoyo en la enseñanza de Física y Química en Secundaria*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/57567>
- Domański, M., Marcou, G., & Barham, J. P. (2024). An affordable, programmable and interactive continuous flow Photoreactor setup for undergraduate organic synthetic teaching labs. *Journal of Flow Chemistry*. <https://doi.org/10.1007/s41981-023-00306-9>
- Egas, P. F. B., & Castro, J. J. M. (2014). *Integración de recursos didácticos 2.0 en un entorno virtual para el fortalecimiento del aprendizaje autónomo de los estudiantes de bachillerato*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8394>
- Flores-Tena, M. J., Ortega-Navas, M. D. C., & Sousa-Reis, C. (2021). El uso de las TIC digitales por parte del personal docente y su adecuación a los modelos vigentes. *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 1-21. <https://doi.org/10.15359/ree.25-1.16>





- Forero-Corba, W., & Negre Bennasar, F. (2023). Técnicas y aplicaciones del Machine Learning e Inteligencia Artificial en educación: Una revisión sistemática. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 209-253. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37491>
- Freire, E. E. E. (2020). *Un flagelo en el ámbito académico ecuatoriano*. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n3/2218-3620-rus-12-03-407.pdf>
- Galvis-Jácome, M. (2022). Uso del lenguaje coloquial como estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje situado de la química en el contexto socioeducativo rural. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 14(27), e2180. <https://doi.org/10.22430/21457778.2180>
- García, J. L. C., & Catarreira, S. M. V. (2020). Contraste en la percepción sobre el uso de una plataforma virtual para la mejora de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 38, 33-47. <https://doi.org/10.17013/risti.38.33-47>
- Gómez-Ortega, A., Macías-Guillén, A., Sánchez-de Lara, M. Á., & Delgado-Jalón, M. L. (2023). Una propuesta efectiva de aprendizaje basado en videos: Solución para asignaturas universitarias complejas. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 345-372. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37569>
- Hernández, D., Bottner, E., Cataldo, F., & Zaragoza, E. (2021). Aplicación de Realidad Aumentada para Laboratorios de Química. *Educación Química*, 32(3), 30. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.3.68129>
- Jiménez-García, E., Orenes-Martínez, N., & López-Fraile, L. A. (2023). Rueda de la Pedagogía para la Inteligencia Artificial: Adaptación de la Rueda de Carrington. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 87-113. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37622>
- Lara-Navarra, P., Sánchez-Navarro, J., Fitó-Bertran, À., López-Ruiz, J., & Girona, C. (2023). Explorando la singularidad en la educación superior: Innovar para adaptarse a un futuro incierto. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 115-137. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37675>
- Layza Candela, P. A., Andrade Díaz, E. M., Fabián Sotelo, G. E., & Torres Villanueva, G. N. (2022). Las TIC en la enseñanza de la química: Una revisión sistemática. *TecnoHumanismo*, 2(3), 1-22. <https://doi.org/10.53673/th.v2i3.173>
- Martin, F., Zhuang, M., & Schaefer, D. (2024). Systematic review of research on artificial intelligence in K-12 education (2017–2022). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100195. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100195>
- Martínez, G. A., & Jiménez, N. (2020). Análisis del uso de las aulas virtuales en la Universidad de Cundinamarca, Colombia. *Formación universitaria*, 13(4), 81-92. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000400081>
- Melo, L., & Sánchez, R. (2017). Análisis de las percepciones de los alumnos sobre la metodología flipped classroom para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes. *Educación Química*, 28(1), 30-37. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.09.010>
- Meroni, G., Copello, M. I., & Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26(4), 275-280. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>
- Mesa Jiménez, F. Y., & Forero Romero, A. (2016). Las TIC en la normativa para los programas de educación superior en Colombia. *Praxis & Saber*, 7(14), 91. <https://doi.org/10.19053/22160159.5219>
- Mora Casasola, M. F. (2023). Implementación de recursos educativos digitales, una revisión sistemática desde la enseñanza del Cálculo Diferencial: Implementing Digital Educational Resources: a Systematic Review From a Differential Calculus Teaching Perspective. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 24(1). <https://doi.org/10.18845/rdmei.v24i1.6709>
- Muñoz-Osuna, F. O., Medina-Rivilla, A., & Guillén-Lúgigo, M. (2016). Jerarquización de competencias genéricas basadas en las percepciones de docentes universitarios. *Educación Química*, 27(2), 126-132. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.11.002>





- Osorio, J. R. (2021). *El Aula Virtual como Estrategia Didáctica para la Enseñanza de las Funciones Inorgánicas Óxidos Básicos y Ácidos*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79769>
- Padilla Piernas, J. M., Parra Meroño, M. C., & Flores Asenjo, M. D. P. (2023). Escape Rooms virtuales: Una herramienta de gamificación para potenciar la motivación en la educación a distancia. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 61-85. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37685>
- Parra-Sánchez, J. S. (2022). Potencialidades de la Inteligencia Artificial en Educación Superior: Un Enfoque desde la Personalización. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 14(1), 19-27. <https://doi.org/10.37843/rted.v14i1.296>
- Pereira, R., De Souza, C., Patiño, D., & Lata, J. (2022). Plataforma de enseñanza a distancia de microcontroladores e internet de las cosas. *Ingenius*, 28, 53-62. <https://doi.org/10.17163/ings.n28.2022.05>
- Pogrebnaya, I., & Mikhailova, S. (2023). Critical thinking competence as one of the key skills for bachelors of ecology in the era of the fourth industrial revolution. *E3S Web of Conferences*, 458, 06011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345806011>
- Prado Ortega, M. X. (2020). Enfoque axiológico en la Educación Superior mediante la interacción de los estudiantes en el Entorno Virtual de Aprendizaje. *e-Ciencias de la Información*. <https://doi.org/10.15517/eci.v11i1.41379>
- Ramos Paredes, L., Charca Benavente, J. R., & Veleto Sapacayo, M. I. (2023). Prototipo de un espectrofotómetro modular para la enseñanza de la química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2402
- Raviolo, A., & Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: Uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación Química*, 27(3), 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.003>
- Rivero, M. C., & Matta, L. S. G. (2019). *Las Tics como facilitadoras del proceso de aprendizaje y sostén de la motivación hacia el logro académico en el nivel superior*. http://bibliotecas.ucasal.edu.ar/opac_css/index.php?lvl=cmspage&pageid=24&id_notice=68572
- Rodríguez, D. A. L. (2014). *Mtro. José Francisco Zarate Ortiz*. <http://hdl.handle.net/11285/571798>
- Rovira-Collado, J., Martínez-Carratalá, F. A., & Miras, S. (2023). La educación en 2030. Prospectiva del futuro por profesorado en formación. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 41-60. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37987>
- Sierralta Pinedo Sheila. (2021). *Digital skills in times of COVID-19, challenge for the teachers of the Educational Institution CECAT "Marcial Acharán"*. 19(3). <https://mendive.upr.edu/cu/index.php/MendiveUPR/article/view/2569>
- Silva-Díaz, F., Carrillo-Rosúa, J., Fernández-Ferrer, G., Marfil-Carmona, R., & Narváez, R. (2023). Valoración de tecnologías inmersivas y enfoque STEM en la formación inicial del profesorado. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 139-162. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37688>
- Sobrinho Junior, J. F., & Moraes, C. D. C. P. (2022). O ensino em diálogo com os novos tempos: Mobilidade, ubiquidade e educação. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 52, 345-360. <https://doi.org/10.17227/ted.num52-13916>
- Toledo Lara, G. E. (2017). La virtualidad en la tutoría docente: Una aproximación a su análisis desde la universidad española. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 323-342. <https://doi.org/10.19083/ridu.11.509>
- Tucho, F., & González De Eusebio, J. (2020). El impacto medioambiental de los dispositivos TIC. *Revista Internacional de Comunicación y Desarrollo (RICD)*, 3(13), 22-45. <https://doi.org/10.15304/ricd.3.13.7249>
- Urquiza Cruz Elena Patricia & Sánchez Salcan Narcisca de Jesús. (2022). Experimental activities using virtual simulators to learn chemistry during covid-19 pandemic. *Chakiñan, revista de ciencias sociales y humanidades*, 17, 122-137. <https://doi.org/10.37135/chk.002.17.08>





- Valero Franco, C., & Berns, A. (2023). Desarrollo de apps de realidad virtual y aumentada para enseñanza de idiomas: Un estudio de caso. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 163-185. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37668>
- Vera-Sagredo, A., Constenla-Núñez, J., & Jara-Coatt, P. (2022). Actitudes y capacidades frente a la innovación educativa: Desde la percepción de docentes y directivos de establecimientos educativos de la región del Biobío, Chile. *Entramado*, 18(2). <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.8478>

