

p-ISSN 1315-4079 Depósito legal pp 199402ZU41
e-ISSN 2731-2429 Depósito legal ZU2021000152

*Esta publicación científica en formato digital es
continuidad de la revista impresa*

Encuentro Educativo

Revista Especializada en Educación

1994 - 2024

30 ANIVERSARIO



Universidad del Zulia

Facultad de Humanidades y Educación

Centro de Documentación e Investigación Pedagógica

Vol. 31

Nº 2

Julio - Diciembre

2 0 2 4

Maracaibo - Venezuela

Encuentro Educacional

e-ISSN 2731-2429 ~ Depósito legal ZU2021000152

Vol. 31 (2) julio – diciembre 2024: 452-473

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14263549>

Impacto de las herramientas digitales en la enseñanza y el aprendizaje de la química en educación secundaria

Marta Isabel Delgado Mora y Milena Alcocer Tocora

Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología.

Panamá-Panamá.

martadelgado@umecit.edu.pa; doc@umecit.edu.pa

<https://orcid.org/0000-0001-5399-7148>;

<https://orcid.org/0000-0002-4840-0551>

Resumen

La enseñanza de las ciencias, y en particular de la química, enfrenta el desafío de hacer accesibles y comprensibles conceptos a menudo abstractos y complejos. Los métodos tradicionales a veces no logran involucrar a los estudiantes ni facilitar el aprendizaje. Este estudio tuvo como propósito explorar el impacto de las herramientas digitales en la enseñanza y el aprendizaje de la química en educación secundaria en los últimos 5 años. La metodología utilizada tuvo un enfoque cualitativo, de tipo documental, con alcance descriptivo. A través de la revisión de la literatura se examinan varios estudios que analizan cómo estas herramientas tecnológicas han mejorado las habilidades de los estudiantes y la calidad de la enseñanza. Se identificaron varias fortalezas: aumento significativo en la participación de los alumnos, mayor comprensión conceptual de temas complejos, incremento de la accesibilidad a recursos educativos, materiales de aprendizaje interactivos, dinámicos y atractivos, lo que enriquece la experiencia educativa y la hace más inclusiva. Sin embargo, el estudio también identifica desafíos importantes que deben abordarse para maximizar el impacto positivo de las tecnologías digitales, destacando los problemas relacionados con la brecha digital, que aún afecta a muchas regiones, particularmente Colombia, limitando el acceso equitativo a la tecnología. Es urgente la capacitación adecuada de docentes y educandos en el uso efectivo de estas herramientas, para poder integrarlas efectivamente en sus prácticas escolares.

Palabras clave: Herramientas digitales; educación en química; educación secundaria; brecha digital.

Recibido: 16-09-2024 ~ Aceptado: 19-11-2024

Impact of digital tools on teaching and learning chemistry in secondary education

Abstract

Science teaching, and chemistry in particular, faces the challenge of making often abstract and complex concepts accessible and understandable. Traditional methods sometimes fail to engage students or facilitate learning. This study aimed to explore the impact of digital tools on the teaching and learning of chemistry in secondary education over the last 5 years. The methodology used was a qualitative, documentary-type approach with a descriptive scope. Through the literature review, several studies are examined that analyze how these technological tools have improved student skills and the quality of teaching. Several strengths were identified: significant increase in student participation, greater conceptual understanding of complex topics, increased accessibility to educational resources, interactive, dynamic and attractive learning materials, which enrich the educational experience and make it more inclusive. However, the study also identifies important challenges that need to be addressed to maximize the positive impact of digital technologies, highlighting issues related to the digital divide, which still affects many regions, particularly Colombia, limiting equitable access to technology. Adequate training of teachers and students in the effective use of these tools is urgently needed, in order to effectively integrate them into their school practices.

Keywords: Digital tools; chemistry education; secondary education; digital divide.

Introducción

En el campo educativo contemporáneo, los avances tecnológicos han transformado radicalmente los métodos de enseñanza y aprendizaje, brindando nuevas oportunidades para mejorar la calidad y eficacia de la educación en diversas disciplinas, incluida la química. La creciente disponibilidad y accesibilidad de herramientas digitales, como la realidad aumentada, la realidad virtual, las

aplicaciones móviles y las simulaciones interactivas, han abierto un amplio abanico de posibilidades para enriquecer la experiencia educativa de los estudiantes (Tuárez y Loor, 2021).

La enseñanza de la química, en particular, enfrenta el desafío de hacer accesibles y comprensibles conceptos a menudo abstractos y complejos. Los métodos de enseñanza tradicionales, si bien son esenciales, a veces no logran invo-

lucrar plenamente a los estudiantes ni facilitar un aprendizaje profundo y duradero. En la educación química, existe una creciente necesidad de mejorar los métodos de enseñanza tradicionales, ya que pueden no ser lo suficientemente efectivos para involucrar a los estudiantes y fomentar una comprensión profunda de la materia (Causil y Regino, 2024).

La falta de recursos interactivos y dinámicos limita la capacidad de los profesores para presentar conceptos de una manera atractiva y comprensible, lo que a menudo conduce a una pérdida de interés por parte de los estudiantes. Además, los métodos de enseñanza tradicionales pueden carecer de personalización y retroalimentación individualizada, lo que no tiene en cuenta las diferentes necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes, y puede restringir su progreso.

Mejorar la educación en química mediante la integración de herramientas digitales ofrece una serie de beneficios importantes: aumenta el interés y la participación de los estudiantes; mejora comprensión y retención de conceptos, proporciona plataforma de aprendizaje de fácil acceso desde múltiples dispositivos.

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional y otras instituciones educativas han reconocido la importancia de modernizar los métodos de enseñanza mediante la adopción de tecnologías digitales. Iniciativas como el Plan Nacional de Tecnologías de la Infor-

mación y las Comunicaciones (PNTIC), buscan integrar las TIC al sistema educativo para mejorar la calidad de la educación y promover la inclusión digital. Estas políticas tienen como objetivo dotar a las escuelas de recursos tecnológicos y capacitar a los docentes en el uso de herramientas digitales, con el fin de enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje y adaptarlo a las necesidades del siglo XXI.

Además, instituciones como la Universidad Nacional de Colombia y la Pontificia Universidad Javeriana llevan a cabo proyectos de investigación y desarrollo en el campo de la educación digital, enfocándose en la creación de plataformas interactivas y contenidos que faciliten el aprendizaje de ciencias como la química (Sabogal, 2021). Estas iniciativas apuntan no sólo a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, sino también a promover una mayor equidad en el acceso a una educación de calidad en todo el país.

Esta investigación explora el impacto de las herramientas digitales en la educación en química, examinando cómo estas tecnologías pueden mejorar la comprensión conceptual, aumentar la motivación de los estudiantes y fomentar un aprendizaje más participativo y colaborativo. Además, se analizan los desafíos y obstáculos que enfrentan las instituciones educativas para implementar efectivamente estas herramientas, junto con estrategias para superar estas dificultades y maximizar los beneficios educativos. En tal sentido, este estudio tuvo como propósito explorar el impacto

de las herramientas digitales en la enseñanza y el aprendizaje de la química en educación secundaria en los últimos 5 años.

Fundamentación teórica

Educación en química

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, y en especial de la química, presenta grandes dificultades, tanto a nivel universitario como en la educación secundaria. Son diversos los factores, tales como: ideas previas no acordes con el conocimiento científico, uso inadecuado del lenguaje específico, complejidad de la formulación y nomenclatura química, escasa aceptación e interés, percepción e imagen negativa ciencia, entre otros aspectos. En consecuencia, es fundamental cambiar esta situación, si queremos fortalecer el desarrollo de individuos integrales, con altos conocimientos teóricos y experimentales vinculados a la vida cotidiana, que contribuyan al desarrollo científico, tecnológico y social del mundo actual. Para una educación en química efectiva, es fundamental que el estudiante identifique, comprenda, explique, aplique y comunique los fenómenos de esta ciencia, apreciando el trabajo del equipo, los valores y la ética (Castillo, 2020; Ávila et al., 2020; Brovelli, Cañas y Bobadilla, 2018; López, López y Rojano, 2018).

Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)

Según el Congreso de la República de Colombia (2009), las TIC son los

“recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios; que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes” (párr. 40), contemplado en el artículo 6 de la Ley 1341.

Según Zambrano y Zambrano (2019), las TIC se deben ver como un sistema complejo dividido en dos ejes: a) las Tecnologías de la Comunicación, como el radio, el teléfono, la televisión, y b) las Tecnologías de la Información, que hace referencias a los procesos y herramientas involucrados en la automatización y sistematización digital de la información. Al combinar ambas perspectivas se encuentra una amplia gama de recursos, información y herramientas que tienen como fin facilitar acciones cotidianas como la comunicación, la educación, el trabajo y diversas actividades humanas. Para León y Palma (2018), las TIC se caracterizan como un grupo de métodos e instrumentos que tienen como propósito captar y usar la información que se encuentra en el ciberespacio.

Herramientas digitales

Molinero y Chávez (2019), resaltan cómo el desarrollo de las tecnologías ha determinado a la vez un avance en las estrategias de enseñanza y aprendizaje, lo que ha hecho evidente la necesidad de adaptarlas al mundo digital y de ahí surgen las herramientas digitales y, eventualmente, las competencias digitales. Conforme a lo expuesto por Siemens (2005), el aprendizaje es un proceso

continuo que dura toda la vida; en las últimas décadas la tecnología está modificando nuestro cerebro y, por ende, la forma de adquirir nuevos conocimientos; es decir, las herramientas digitales que utilizamos influyen en nuestro pensamiento. Por esto que el uso de estas herramientas que se obtienen mediante las TIC es fundamental en las aulas y contextos educativos, pero debidamente evaluadas y aceptadas por los docentes antes de su implementación.

Romero et al. (2018:89), plantean un proceso para el diseño de materiales y herramientas tecnológicas, que resulta de utilidad para que los docentes creen sus propios recursos digitales de enseñanza.

Se contemplan una serie de etapas generales: selección de los elementos del currículo, búsqueda de recursos digitales existentes, definición de los principios de diseño estructural y funcional, elección de la herramienta de edición, diseño del guion multimedia, edición y montaje del recurso, elaboración de la guía didáctica y del material complementario, pilotaje de la versión beta y publicación de la versión definitiva.

La educación y las TIC por sí solas resultan ser sistemas complejos, por lo que una articulación entre ambas requiere de un desarrollo que asegure la calidad de los recursos que posteriormente serán usados por docentes y alumnos en el proceso formativo.

Al respecto, Vargas (2019) establece la importancia de una adecuada nave-

gación, búsqueda y filtrado de información, datos y contenidos digitales relevantes y de calidad, que debe realizar el docente para poder utilizarlos en su acción docente con los alumnos y sacar el mayor provecho posible. Además, destaca que las herramientas digitales tienen mayor valor si se considera el contexto en que se aplica, con el fin lograr aprendizajes más significativos en el estudiante.

Metodología

La metodología utilizada en la presente investigación tuvo un enfoque cualitativo, de tipo documental, con alcance descriptivo, con el propósito de describir el problema de estudio, recopilando e interpretando la información suministrada en diversas fuentes y por diferentes autores (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018; Creswell y Poth, 2018). Se centró en la revisión y análisis de documentos educativos, artículos de revistas académicas, tesis de maestría y doctorado, informes técnicos y de investigación de textos, instituciones educativas y gubernamentales, y otros materiales relevantes, impresos o digitales, relacionados con el uso de las herramientas digitales utilizadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química, que pudiesen ayudar a resolver los problemas de adquisición de conocimientos de esta ciencia, en los estudiantes de noveno grado de educación secundaria, de Colombia.

Se elaboró una matriz documental que permitió sintetizar la información recopilada, obtenida de los documentos

seleccionados considerando los criterios de inclusión: a) Relevancia temática: abordan la enseñanza de la química en diferentes niveles educativos, analizan el uso de herramientas digitales en la enseñanza de las ciencias, evalúan el desarrollo de competencias en químicas; b) Periodo de publicación: trabajos publicados entre 2019 y 2023; c) Accesibilidad: disponibles en texto completo y accesibles a través de bases de datos

académicas, repositorios institucionales o bibliotecas digitales; d) Idioma: español o inglés.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la revisión documental, mostrados en una matriz documental, sobre la temática abordada en la presente investigación (cuadro 1).

Tabla 1. Matriz documental

N°	Autor (es)	Año	Impacto de las herramientas digitales
1	Moraga; Espinet y Merino	2019	Se analizan modelos educativos diseñados mediante Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) de química en el campo de la Enseñanza Basada en Contexto (EBC), que pueden ser potenciadas por las TIC.
2	Gutiérrez y Barajas	2019	Se diseñan, elaboran, implementan y evalúan recursos lúdicos, utilizados como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Química Orgánica I Universidad Tecnológica del Chocó (UTCH), Quibdó-Colombia. Se revela que los recursos lúdicos inciden positivamente, resultan ser fuente de motivación, participación, alegría, mejora el rendimiento académico y permite convertir la labor docente en una actividad placentera.
3	Salica	2019	Basado en la Teoría de la Carga Cognitiva, se explora los efectos de las TIC contrastando dos tipos diferentes de modelos didácticos mediante el empleo de Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje (SEA), aplicados a estudiantes de química y física de secundaria. Se producen mejoras en el aprendizaje colaborativo. Se presentan algunas implicancias socio-cognitivo-didácticas para la enseñanza de las ciencias y la investigación educativa.
4	Ciriaco; Jones y Pereyra	2020	Se realiza un estudio descriptivo sobre los ejes Trabajos Prácticos de Laboratorio, Lenguaje Químico e Interdisciplinariedad, además del campo Ideas para el Aula, por su importancia dentro de las propuestas de práctica e investigación educativa, que pueden ser favorecidas con la implementación de herramientas digitales.
5	Contreras; Infante; Salazar y Mayorga	2020	Cambio de paradigma para ver las TIC como una opción didáctica con innumerables ventajas; como una necesidad para garantizar la comunicación y seguir con el cumplimiento de la educación en épocas como la pandemia por Covid 19. Es notorio el impacto positivo del uso de las herramientas Google-Meet,

			Zoom, Microsoft-Teams, Classroom al implementarse en el proceso formativo a distancia, particularmente en la enseñanza y el aprendizaje de la química en educación secundaria-universitaria.
6	Ballagan	2020	El uso del simulador virtual “ensayos a la llama” como recurso didáctico digital de apoyo, favorece el proceso de aprendizaje en los alumnos de la asignatura de Química Analítica. La utilización de nuevas herramientas digitales como apoyo para impartir las asignaturas ayuda a facilitar el aprendizaje, retroalimentar, reforzar y construir conocimientos de los estudiantes.
7	Sosa; Rodríguez; Álvarez y Forero	2020	Empleando aplicaciones didácticas Apps para dispositivos móviles, se motiva al estudiante en la adquisición del conocimiento. La integración del Mobile Learning como estrategia en el proceso pedagógico permite que el aprendizaje sea interactivo, estimulante, autónomo, proactivo, con significado para el estudiante, particularmente en el aprendizaje de la química inorgánica. La diversidad de aplicaciones para dispositivos móviles brindan al educando la posibilidad de aprender a su propio ritmo considerando sus particularidades. Los docentes deben involucrar las TIC para fortalecer el aprendizaje, siendo agentes activos en su incorporación en las actividades formativas.
8	García; Lupión y Blanco	2020	Los portafolios digitales son gran importancia dentro del ámbito educativo; contribuyen a la individualización y a la reflexión sobre el proceso de aprendizaje. Se plantea una propuesta de aplicación del portafolio digital al seguimiento del Prácticum, enfocada mejorar de la capacidad de reflexión del profesorado de educación secundaria en formación inicial, dentro la especialidad de Física y Química, que contribuya a la adquisición de las competencias propias de este módulo del Máster, y a su desarrollo profesional como docentes de ciencias.
9	Baggio	2020	Se destaca el valor de los juegos en formato digital y el aprendizaje basado en ellos, como una herramienta para el diseño de la enseñanza. En educación, los juegos digitales pueden promover la motivación, el compromiso y el aprendizaje, lo que presenta un atractivo para el uso de estos recursos tecnológicos en la planificación del proceso formativo.
10	García	2020	La incorporación e integración de material multimedia en el ámbito educativo renueva los procesos didácticos. El uso de estos recursos incrementa los procesos cognitivos, la capacidad para codificar, almacenar y procesar la información. La complementación entre conocimientos tecnológicos, disciplinares y didácticos, y las experiencias de su efectividad, son relevantes al diseñar estos materiales para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en general y de la química en particular. Se analizan las posibilidades que ofrecen los laboratorios virtuales remotos, basados en procesos de simulación. Se diseña e implementa un material educativo digital para el aprendizaje de contenidos de química general, mediante el modelo ADDIE y la modalidad

			Flipped Classroom. Las experiencias de diseñar e incluir materiales hipermediales en contextos educativos, han sido exitosas y se continúan desarrollando, mejorando e implementando.
11	Arroba y Acurio	2021	Los laboratorios virtuales con simuladores, integrados a la plataforma LMS Moodle, realizados con estudiantes de bachillerato resultan ser una herramienta digital que beneficia en la adquisición de saberes, promueve la realización de actividades prácticas, refuerza el conocimiento, se analiza la capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que incluyen experimentos llevados a efecto en la virtualidad, pero con una elevada aproximación a la realidad. Así, el estudiante integra los saberes adquiridos mediante la teoría y la práctica, obteniendo un aprendizaje significativo.
12	Tuárez y Loor	2021	Las herramientas digitales usadas para la enseñanza de química pueden cambiar la visión del educando con respecto a la materia, generando en ellos motivación, curiosidad e interés. El uso de estas herramientas, como las plataformas Zoom, Google Meets, Google Classroom, YouTube, Quizizz, la aplicación de mensajería móvil WhatsApp, propician un ambiente colaborativo y participativo de los alumnos y promueven el aprendizaje significativo de los estudiantes.
13	Mena	2021	El uso de simuladores virtuales Chemlab y Modellus permite fortalecer la parte práctica en las asignaturas de Química y Física dirigido a estudiantes de bachillerato. La metodología aplicada consistió en esquematizar ejercicios, resolución de problemas y experimentos organizados en un gestor educativo como Google Sites, de fácil manejo para la comprobación de fundamentos científicos como leyes, o teorías, con el apoyo de aplicaciones digitales para la comprensión de contenidos. Se plantea incorporar un aula virtual para fortalecer competencias como trabajo grupal, autonomía, liderazgo, toma de decisiones, capacidad reflexiva, creatividad, y pensamiento crítico. Así, se ha demostrado dominio y aprehensión de saberes, mejorando satisfactoriamente el nivel de aprendizaje de los estudiantes.
14	Tajuelo y Pinto	2021	Se introduce la gamificación como recurso didáctico, con las características de una herramienta particular que puede ser aplicado en contextos de aprendizaje con un alto valor educativo: el Escape Room, implementado a la asignatura de Física y Química de bachillerato. Se le dotó de un carácter multidisciplinar, con una temática de concienciación medioambiental y con pruebas que incluían conceptos de otras asignaturas con el fin de desarrollar competencias clave. Los estudiantes, en equipos, mostraron gran implicación y se divertieron, con actitud positiva, participativa y alta motivación, manifestando que este tipo de actividades se realizara más a menudo.

15	Fernández; Rodríguez; Pérez; García y Salas	2021	La clase invertida, con aplicación de las TIC, como alternativa docente para el desarrollo de los experimentos de Química Orgánica y Biológica en las prácticas de laboratorio, bien empleada muestra su efectividad para que el estudiante sea protagonista de su aprendizaje, fomente un mayor y más significativo aprendizaje, promueva el aprendizaje autónomo (aprender a aprender) y colaborativo.
16	Sidorenko; Cabezuelo y Herranz de la Casa	2021	Pictoline pone de manifiesto el potencial de Instagram como herramienta para la divulgación del conocimiento científico. Pictoline, como agencia de comunicación y diseño que trabaja de la mano de medios, ONG y agencias oficiales con el fin de ofrecer productos informativos y visuales que sean de fácil comprensión por la mayor cantidad de usuarios de Internet, hace que Instagram se convierta en paradigmático y digno de un caso de estudio. Pictoline ha procurado un modelo de divulgación simple e inclusive ‘POP’, con contenidos susceptibles de fácil comprensión e importante, fácil redistribución, a través de otros formatos digitales como las stories, a través de mensajes de WhatsApp. Se aprecia que los propios usuarios asuman el rol de copartícipes divulgadores, valiéndose así de su calidad activa y prosumidora como netizens. Las audiencias más jóvenes exigen mayores estímulos visuales para centrar su atención en las plataformas digitales.
17	Castro y Abella	2021	Los videos educativos digitales ofrecen la posibilidad de innovar en diseños metodológicos, para facilitar el aprendizaje y la transposición de conceptos científicos a la ciencia escolar, potenciando el desarrollo del pensamiento científico y las habilidades individuales. Se contribuye con la enseñanza de la química y la vinculación de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la producción de recursos didácticos, al socializar una base de datos con videos que pueden ser aprovechados como herramientas para la enseñanza de la química, permitan el desarrollo de estrategias y diseños para el aprendizaje. A cada video se le aplicó un análisis de características de interactividad, plataforma y objetivo educativo y se identificaron los conceptos científicos abordados que pueden servir para las clases de química.
18	Rodríguez y Gonzáles	2021	Validación del Recurso Educativo Digital (RED) “Classroom” para el fortalecimiento del conocimiento en química en las temáticas de pH y soluciones químicas llevado a cabo con alumnos del grado décimo. Se realizó en tres fases que involucran el uso de las TIC a través de diferentes herramientas digitales: prueba de entrada (diagnóstica); tres (3) talleres de que permiten el fortalecimiento de habilidades críticas, argumentativas y creativas de los alumnos; prueba de salida, validando el Recurso Educativo Digital “Classroom”. Los resultados fueron satisfactorios: se socializó el recurso a través de un video en la

			herramienta digital YouTube, los alumnos participaron activamente en el proceso formativo, fortaleciendo sus conocimientos mediante la implementación de nuevas metodologías de enseñanza con el uso de las TIC.
19	Layza; Andrade; Sotelo y Torres	2022	Se analiza la enseñanza de la química en educación básica, mediante el uso de las TIC. Su aplicación favorece el aprendizaje de los estudiantes y desarrolla sus competencias digitales, promueven la indagación, el trabajo cooperativo; se aplica una metodología interactiva, permitiendo que la clase sea más dinámica y activa, con presentaciones de alto impacto, inclusión de hipertextos, uso de Blogs, plataformas virtuales, empleo de simuladores, uso de los applets con programas informáticos Java.
20	Largo; Zuluaga; López y Grajales	2022	Uso de las herramientas Zoom, Meet, Classroom y WhatsApp, en la enseñanza de la química mediada por las TIC. Se evidenció la relevancia que tuvo para los estudiantes el uso de plataformas virtuales y simuladores mediante el uso de las TIC, como herramienta pedagógica, para las clases de química y las prácticas de laboratorio, dando una respuesta satisfactoria a su uso. Así, los procesos educativos apoyados con las herramientas TIC favorecen la disposición y motivación de los estudiantes hacia la química como ciencia experimental.
21	Torres y Cedeño	2022	Optimizar la enseñanza y el aprendizaje de la química por medio de herramientas digitales como Mentimeter y Acapp, con estudiantes de bachillerato. Los resultados fueron satisfactorios: desarrollo de las destrezas de forma efectiva; aumento importante de los indicadores: participación activa, interrogantes, motivación e interés de los alumnos; dominio de estas herramientas digitales modernas; mejora significativa del rendimiento académico.
22	Chonillo	2022	Los laboratorios virtuales se destacan entre las herramientas digitales diseñadas con fines educativos, por sus efectos visuales y funciones de experimentación que imitan el entorno de un laboratorio real. Los aportes al aprendizaje de química mediante el uso del laboratorio virtual Crocodile Chemistry como estrategia didáctica, son de gran impacto en los estudiantes. Su aplicabilidad e integración aporta grandes ventajas educativas: desarrollo del aprendizaje constructivista, experimental y activo; desarrollo de competencias digitales; permite la difusión el aprendizaje; fortalece la capacidad de análisis y del pensamiento crítico y científico; disminuye el impacto negativo sobre el medio ambiente.
23	Zamarreño y Loyola	2022	Eficacia de los objetos virtuales de aprendizaje (OVA) al incrementar el desarrollo de competencias en química en alumnos universitarios. Los OVA, en el proceso enseñanza y aprendizaje en línea supervisado por el docente, motivan a los estudiantes a aprender y potencian las habilidades de interpretación, modelación de análisis y ejecución de procedimientos para solucionar

			<p>problemas de química; generan actitudes, conocimientos y habilidades; despliegan el trabajo autónomo del alumno y el auto-aprendizaje. Es necesario la retroalimentación constante y el acompañamiento del docente serán los aspectos fundamentales para lograr un éxito en el uso de las tecnologías</p>
24	Cungachi y Ochoa	2022	<p>La nueva perspectiva educativa, requiere de la aplicación de metodologías digitales, en donde las herramientas digitales sean parte del proceso de enseñanza y aprendizaje. El uso de la Gamificación como estrategia de enseñanza de la química orgánica a los estudiantes de tercero de bachillerato especialidad informática mejora el interés y el rendimiento; incrementa la motivación, la creatividad, la reflexión, el trabajo colaborativo, entre otras competencias. La Gamificación es uno de los recursos virtuales que permite generar clases activas y lograr un aprendizaje significativo.</p>
25	Castillo y Gómez	2022	<p>La aplicación de una estrategia metodológica basada en herramientas digitales para la enseñanza y el aprendizaje de funciones binarias hidrogenadas en química, en estudiantes del segundo de bachillerato, dio resultados favorables. Estas herramientas brindan alternativas sobre dinámicas, software y sitios web, aplicaciones, plataformas y webs/app; crean ambientes de aprendizaje y contribuyen al desarrollo cognitivo, creativo y divertido de los alumnos; generan motivación y comprensión de conceptos químicos; mejoran el rendimiento académico; producen cambios positivos en la enseñanza y el aprendizaje. El uso de software y sitio web Canva, la aplicación suite química, la Web/App Quizizz y las plataformas Cerebriti.com y Classroom, crean ambientes didácticos para mejorar la comprensión de las funciones binarias hidrogenadas, con material planificado y organizado.</p>
26	Quishpe	2022	<p>Implementación de herramientas de aprendizaje apoyadas en las TIC para reforzar los conocimientos adquiridos en la asignatura de Biología Humana. El uso de aplicaciones móviles como recursos digitales contribuyen exitosamente en el proceso de aprendizaje de estudiantes de sexto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Química y Biología. Se elaboró una guía digital didáctica basada en el uso de aplicaciones móviles sobre diversos temas a través de la herramienta Canva, teniendo una diversidad específica de aplicaciones.</p>
27	Peralta; Gaona; Luna y Dávila	2022	<p>Importancia de las herramientas digitales para el logro de la indagación científica, competencia clave en el aprendizaje de los estudiantes de educación secundaria. Uso de tecnologías basadas en E-learning, M-learning y B-learning como principales herramientas para promover la indagación científica mediante procesos sincrónicos y asincrónicos en entornos digitales. Las herramientas más utilizadas son las plataformas educativas basadas en Google Workspace, aplicaciones para atender diversos casos de uso (Google Drive, Google Docs, Google presentaciones,</p>

			Google Sites), que contribuyen notablemente al proceso educativo. Se establecieron estrategias para desarrollar la indagación, considerándose las propuestas de un entorno virtual, semipresencial y presencial para el trabajo colaborativo, el estudio de casos, el aprendizaje basado en proyectos y la autorregulación de los aprendizajes.
28	Bustillo; Ferrer; Videla; Ohanian y Vardaro	2022	Aplicación de Realidad Aumentada como nuevo recurso didáctico, por ser una herramienta innovadora que apoya el proceso pedagógico en las aulas de clases y facilita el aprendizaje de conceptos químicos en los estudiantes. Dentro del área de Química Orgánica se plantea AUMENTED, una plataforma educativa desarrollada por el equipo de investigación, que permite la visualización de estructuras tridimensionales de moléculas químicas con realidad aumentada. Se logró utilizar para complementar los materiales didácticos con modelos virtuales que estimulen la percepción y la comprensión de conceptos químicos, con gran aceptación por parte de los estudiantes.
29	Godoy; Pérez; Cassot; Carrasco y Zúñiga	2022	La necesidad de desarrollar competencias digitales y promover las carreras en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) se evidencia como respuesta al sistema educativo imperante, producto de la pandemia y de las desigualdades en Chile. La metodología STEM ha propiciado una enseñanza interdisciplinar, tiene como característica la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, especialmente los programas PhET o Gizmos, que proporcionan simulaciones científicas y matemáticas divertidas, interactivas y basadas en la investigación, incitándolo al estudiante a construir nuevos conocimientos, particularmente en la asignatura química.
30	Jumbo y Gutiérrez	2023	Despertar el interés y comprensión del lenguaje químico es un reto académico cuando los discentes son nativos digitales. Relacionar las Herramientas Didácticas Digitales y el Aprendizaje de Química Inorgánica en estudiantes de bachillerato, promueven diferentes tipos y estilos de aprendizaje. Las Herramientas Word Wall, Jeopardy Labs, simuladores virtuales, realidad aumentada, y el software educativo Moodle, son recursos interactivos que despiertan el interés y facilitan la comprensión de la asignatura.
31	Esteves; Sánchez y Riquelme	2023	Los procesos de enseñanza hoy en día, se ven modificados por la incorporación de diferentes mecanismos asincrónicos y sincrónicos disponibles, que incluyen la aplicación de diferentes herramientas digitales. Esto implica la reorganización de la planificación áulica para contribuir a un proceso de aprendizaje significativo. El uso de las TIC permite administrar, distribuir y evaluar las actividades de formación no presencial, permitiendo una asincronía espacio-temporal entre los estudiantes y docentes de Química General e Inorgánica universitaria. Mediante el uso de la plataforma Moodle, a través de computadoras portátiles y dispositivos móviles (aplicaciones de WhatsApp, Instagram,

			<p>YouTube, Facebook), la combinación de actividades sincrónicas como videoconferencias, y asincrónicas como trabajos prácticos, foros, simulaciones, en función del tema y las herramientas disponibles, facilitó al estudiante tener una visión de su progreso. La aplicación de recursos digitales alternativos y la creación de fuentes de motivación, diálogo y acompañamiento, permiten analizar las trayectorias educativas de cada estudiante, sus dificultades y fortalezas, en un contexto virtual.</p>
32	<p>Pardo; Izquierdo e Izquierdo-Lao</p>	2023	<p>El progreso de la tecnología digital 3D ha abierto una amplia gama de posibilidades de desarrollo de modelos digitales 3D (MD3D), para su utilización, como excelentes medios didácticos para “recrear” de manera certera la realidad y por ende mejorar la calidad en la impartición de contenidos, principalmente aquellos relacionados con objetos, procesos o fenómenos abstractos y/o complejos. Los MD3D se erigen actualmente como importantes recursos educativos abiertos (REA), por la posibilidad que ofrece Internet para ser consultados, usados y adaptados libremente. El desarrollo de un modelo didáctico de la dinámica del proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos profesionales, mediada por modelos digitales 3D, que sirve de sustento teórico de un sistema de procedimientos didácticos en cuya aplicación se obtuvieron resultados satisfactorios con los estudiantes.</p>
33	Mera y Centeno	2023	<p>La incorporación de herramientas digitales en los procesos de enseñanza y aprendizaje ha transformado la educación en la era digital. La adaptación de Google Slides como una herramienta educativa para reforzar el aprendizaje de Biología Celular es altamente aceptada; permite la creación de presentaciones interactivas con una gran variedad de elementos, como texto, imágenes, vídeos, animaciones que facilitan la comprensión de los conceptos y promueven el desarrollo de habilidades debido a que los estudiantes las consideraron claras, atractivas y útiles para su aprendizaje.</p>
34	Welma	2023	<p>Integración de las tecnologías emergentes en la educación química, al examinar su impacto positivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Las tecnologías digitales como: simulaciones y laboratorios virtuales, realidad expandida (RE), realidad aumentada (RA), realidad virtual (RV), mejoran la comprensión de conceptos científicos, reducen riesgos en prácticas experimentales, promueve el aprendizaje cooperativo, amplía las posibilidades para la educación a distancia.</p>

Fuente: Elaboración propia (2024)

Como puede observarse en la matriz documental (cuadro 1), son variadas las metodologías, estrategias y secuencias

de enseñanza y aprendizaje, que utilizan las herramientas digitales, haciéndolas más dinámicas y efectivas, con alto im-

pacto en el aprendizaje significativo y crítico de los estudiantes de diferentes contextos educativos, principalmente en la educación secundaria y universitaria; destacando la adaptabilidad de estas herramientas a los diferentes niveles y modalidades de estudio. Numerosas investigaciones han sido realizadas en diversas regiones del mundo, reflejando una tendencia global hacia la digitalización en la educación en química. Los resultados favorables son presentados en trabajos de grado, artículos científicos y otros medios, en distintos países, incluyendo Colombia.

Los hallazgos revelan el incremento del uso de las tecnologías emergentes y las herramientas digitales en la enseñanza y el aprendizaje de la química. Diversos estudios, mediante las modalidades E-learning, M-learning y B-learning, con el uso de plataformas de aprendizaje en línea como Moodle, Google-Meet, Googles Sites, Zoom, Microsoft-Teams, Classroom, Cerebriti. com, YouTube, Quizizz, las aplicaciones Mobile Learning como WhastApp, Instagram, Blogs, programas informáticos Java, Mentimeter y Acapp, integran en las clases la Realidad Aumentada (AR), la Realidad Virtual (VR), la Gamificación, la metodología STEM, la modalidad Flipped Classroom o Clase Invertida, los OVA, portafolios digitales, Pictoline, Word Wall, Jeopardy Labs, juegos digitales como Escape Room, simuladores virtuales como Chemlab y Modellus, experimentos realizados en laboratorios virtuales como Crocodile Chemistry,

videos, softwares, sitios web como Canva, tecnología 3D, demostrando mejoras significativas en la comprensión conceptual y el impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes, al brindar experiencias de aprendizaje interactivas, enriquecedoras y accesibles, con beneficios y desafíos.

Un desafío importante a enfrentar es la brecha digital, que limita el acceso equitativo a las tecnologías digitales, particularmente en contextos de bajos recursos. La implementación eficaz de herramientas digitales requiere una formación adecuada de los docentes, lo que representa otro desafío relevante. La rápida evolución de las TIC plantea el reto de mantener actualizados los recursos e infraestructuras tecnológicas de las instituciones educativas. En consecuencia, es trascendental: a) implementar políticas de inclusión digital que garanticen que todos los estudiantes, especialmente aquellos que viven en áreas de bajos ingresos, tengan acceso a estas tecnologías; b) establecer programas de formación continua para docentes en el uso de herramientas digitales y metodologías innovadoras; c) invertir en la actualización y mantenimiento de la infraestructura tecnológica en los establecimientos educativos para asegurar la sostenibilidad de las iniciativas digitales.

Conclusiones

La revisión documental evidencia como la integración de las diversas herramientas digitales en la enseñanza y el

aprendizaje de la química genera impactos positivos y significativos en los estudiantes, al mejorar su comprensión conceptual y procedimental, el pensamiento crítico y el rendimiento académico. Estos recursos no sólo facilitan una visualización más clara y dinámica de conceptos abstractos de la química, sino que también fomentan el aprendizaje activo y participativo. Los estudios revisados sugieren que las experiencias educativas enriquecidas por las TIC no sólo motivan a los estudiantes, sino que también mejoran la retención de conocimientos a largo plazo.

Las investigaciones destacan la capacidad de las herramientas digitales para adaptarse a una variedad de contextos educativos. Desde entornos urbanos modernos hasta zonas rurales con recursos limitados, estas tecnologías demuestran ser flexibles y eficaces. Se resalta la importancia de la accesibilidad universal y la equidad educativa, brindando a todos los estudiantes, independientemente de su ubicación geográfica o nivel socio-económico, igualdad de oportunidades para acceder a recursos educativos de alta calidad.

A pesar de los beneficios evidentes, la revisión también identificó desafíos importantes que deben abordarse para maximizar el potencial de las herramientas digitales en la educación química. La brecha digital sigue siendo uno de los principales obstáculos que limitan el acceso equitativo a estas tecnologías avanzadas. Además, la falta de formación especializada de los docentes en el uso

efectivo de las herramientas digitales y la necesidad de mantener actualizadas las infraestructuras tecnológicas son áreas críticas que requieren especial atención por parte de los organismos gubernamentales.

Con base en los resultados de esta revisión, se recomienda que las investigaciones futuras se centren en aspectos específicos como la personalización del aprendizaje a través de herramientas digitales, el impacto diferencial en diversos grupos de estudiantes y la evaluación a largo plazo del uso de estas tecnologías en el rendimiento académico. Además, es crucial desarrollar y validar nuevos modelos educativos que integren efectivamente recursos tecnológicos en sus programas. Se insta a las instituciones formativas a priorizar la capacitación continua de los educadores en el uso pedagógico de la tecnología, así como a establecer políticas que garanticen la accesibilidad equitativa a las herramientas digitales en todos los niveles educativos.

Referencias bibliográficas

Arroba, María y Acurio, Santiago. (2021). Laboratorios virtuales en entorno de aprendizaje de química orgánica, para el bachillerato ecuatoriano. **Revista Científica IIS-RAEL**. Vol. 8, Nº. 3, pp. 73-93. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9467065>. Recuperado el 10 de mayo de 2024.

- Ávila, Oscar; Lorduy, Danny; Aycardi, María y Flórez, Elvira. (2020). Concepciones de docentes de química sobre formación por competencias científicas en educación secundaria **Revista Espacios**. Vol. 41, N° 46, pp. 244-260. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n46/a20v41n46p21.pdf>. Recuperado el 22 de abril de 2024
- Baggio, Sergio. (2020). Actividades lúdicas digitales para el aula de química. **Revista Educación en la Química**. Vol. 26, N° 01, pp. 23-36. Disponible en: <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/104>. Recuperado el 17 de abril de 2024.
- Ballagan, Ángel. (2020). **Los simuladores virtuales para el aprendizaje de química analítica con los estudiantes de cuarto semestre de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales química y biología período académico octubre 2019-abril 2020**. (Trabajo de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6515>. Recuperado el 22 de mayo de 2024.
- Brovelli, Francisco; Cañas, Francisco y Bobadilla, Carla (2018). Herramientas digitales para la enseñanza y aprendizaje de Química en escolares chilenos. **Revista Educación Química**. Vol. 29, N° 3, pp. 99-107. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2018000300099. Recuperado el 19 de marzo de 2024.
- Bustillo, Mario; Ferrer, Liliana; Videla, Silvina; Ohanian, Gabriela; Vardaro, Sergio. (2022). Realidad Aumentada como recurso disruptivo para explorar la Química Orgánica. **Revista Educación en la Química**. Vol. 28, N° 01, pp. 74–83. Disponible en: <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/77> Recuperado el 09 de junio de 2024.
- Castillo, Glenda y Gómez Evelyn. (2022). **Herramientas digitales como estrategia metodológica para la enseñanza-aprendizaje de funciones binarias hidrogenadas en segundo de bachillerato de la Unidad Educativa Herlinda Torral** (Trabajo de pregrado). Universidad Nacional de Educación. Azogues, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/2478>. Recuperado el 28 de mayo de 2024
- Castillo, María. (2020). La Enseñanza de la Química en el Programa Académico del Bachillerato 2019. **Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4**. Vol. 8, N° 16, pp. 4-6. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/6120/7367>. Recuperado el 09 de mayo de 2024.

- Castro, Carol; Abella, Leonardo. (2021) Videos para la enseñanza-aprendizaje de conceptos fundamentales de química. **Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED**. (Número Extraordinario), pp. 245–252. Disponible en: <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15085>. Recuperado el 09 de mayo de 2024.
- Causil, Miguel y Regino, Anwar. (2024). Impacto del uso de simuladores de laboratorio en el fortalecimiento del aprendizaje de Química en estudiantes de grado décimo de la Escuela Normal Superior Lácides Iriarte en Sahagún, Córdoba (Trabajo de maestría). Universidad de Cartagena. Colombia. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/entities/publication/e7697508-de48-4f1f-994c-68de592cc409>. Recuperado el 20 de junio de 2024.
- Chonillo, Luis. (2022). El laboratorio virtual “Crocodile Chemistry” como estrategia didáctica para el aprendizaje de química. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/366247908_El_laboratorio_virtual_Crocodile_Chemistrycomo_estrategia_didactica_para_el_aprendizaje_de_Quimica
- Ciriaco, Andrea; Jones, Norma, y Pezreya, María. (2020). Revisión bibliográfica sistematizada: tendencias y cambios en la enseñanza de la química argentina.
- Congreso de la República de Colombia (2009) Ley 1341: Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones. Julio 30 de 2009. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913>.
- Contreras, Sonia; Infante, Luisa, Salazar, Oscar y Mayorga, Manuel. (2020). Enseñanza remota de la química Enseñanza remota de la química en educación secundaria-universitaria. **Revista Educación Química**. Vol. 31, N° 5. Disponible en: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/77099/68634>. Recuperado el 16 de abril de 2024.
- Creswell, John y Poth, Cheryl. (2018). **Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches**. 4th edition. SAGE Publications.
- Cungachi, Segundo y Ochoa, Sergio. (2022). Gamificación y enseñanza de la química orgánica en los estudiantes de tercero de bachillerato. **Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades**. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9016497.pdf>. Recuperado el 19 de junio de 2024.

- Esteves, Paola; Sánchez, Micaela y Riquelme, David. (2022). Mecanismos sincrónicos, asincrónicos y el uso de las TIC en el proceso de enseñanza en química general e inorgánica para ingeniería agronómica. **Revista Educación en la Química**. Vol. 29, N° 01, pp. 21–32. Disponible en: <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/50>. Recuperado el 24 de mayo de 2024.
- Fernández, María; Rodríguez, Dunia; Pérez, Roger; García, Idelsa y Salas, Dolores. (2021) Laboratorios invertidos: alternativa para el aprendizaje de Química Orgánica y Biológica. **Revista Tecnología Química, RTQ**. Vol. 41, N° 2, pp. 385-400. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852021000200385. Recuperado el 11 de mayo de 2024.
- Hernández-Sampieri, Roberto y Mendoza, Christian. (2018). **Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta**. Primera edición. México. Mc Graw Hill Education.
- García, Cristina; Lupión, Teresa y Blanco, Ángel. (2020). Dinamización del seguimiento del Prácticum de profesorado de secundaria de Física y Química en formación inicial a través del uso de portafolio digital.
- García, Ricardo. (2020). **Producción de material multimedia interactivo con contenido en Química General** (Trabajo de maestría). Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/111310>. Recuperado el 19 de mayo de 2024
- Godoy, Michal; Pérez, Javiera; Cassot, Monsterrat; Carrasco, Eduardo y Zúñiga, Elisa. (2022.) Competencias digitales y STEM: Desafíos en la formación de profesores de química. En: **Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI**. Vol. II. Edgar Serna (editor), pp. 614-631. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8718120>. Recuperado el 21 de mayo de 2024.
- Gutiérrez, Alexander y Barajas, Dary. (2019). Incidencia de los recursos lúdicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química Orgánica I. **Revista Educación Química**. Vol. 30, N° 4, pp. 57-70. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2019000400057. Recuperado el 22 de abril de 2024.
- Jumbo, Consuelo y Gutiérrez, Fausto. (2023). Influencia de las herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de química inorgánica. **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**. Vol. 7, N° 1, pp. 9915-9936. Disponible en: <https://>

ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5183. Recuperado el 17 de junio de 2024.

Layza, Pedro; Andrade, Elba; Sotelo, Gloria y Torres, Gina. (2022). Las TIC en la enseñanza de la química: Una revisión sistemática. **Tecno-Humanismo. Revista Científica**. Vol. 2, N° 3, pp. 1-10. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8754072.pdf>. Recuperado el 18 de mayo de 2024.

Largo, Wilson; Zuluaga, Jorge; López, María y Grajales, Yeison. (2022). Enseñanza de la química mediada por TIC: un cambio de paradigma en una educación en emergencia. **Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía**. Vol. 15, N° 2. pp. 261-288. Disponible en: <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/riiep/article/view/6527>. Recuperado el 02 de junio de 2024.

León, Omar y Palma, Edna. (2018). Aplicación de las tecnologías de información y comunicación en los procesos de innovación empresarial. Revisión de la literatura. I+D Revista de Investigaciones. Vol. 11, N° 1, pp. 144-152. Disponible en: <https://sievi.udi.edu.co/ojs/index.php/ID/article/view/171>. Recuperado el 15 de mayo de 2024.

López, María; López, Gema y Rojano, Santiago. (2018). Uso de un simulador para facilitar el aprendizaje de las reacciones de óxido-reducción.

Estudio de caso. Universidad de Málaga. Vol. 29, N° 3, pp. 79-98

Mena, Evelyn. (2021). **Chemlab y Modellus como herramientas de simulación de laboratorio virtual en Química y Física** (Trabajo de maestría). Universidad tecnológica Indoamérica. Ambato, Ecuador Disponible en: <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2847>. Recuperado el 26 de abril de 2024.

Mera, Sandra y Centeno, Johnnatan. (2023). **Adaptación de Google Slides para el aprendizaje de Biología Celular, con estudiantes de segundo semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología** (Trabajo de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11672>. Recuperado el 20 de junio de 2024.

Molinero, María y Chávez, Ubaldo. (2019). Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de educación superior. **RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo**. Vol. 10, N° 19. Disponible en: <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/494>. Recuperado el 19 de mayo de 2024.

Moraga, Sylvia; Espinet, Mariona y Merino, Cristian. (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*. Vol. 16, N° 1, pp, 1604-1-13. Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4413>. Recuperado el 10 de abril de 2024.
- Pardo, María; Izquierdo, José; Izquierdo-Lao, José. (2023). Los modelos digitales tridimensionales como recursos educativos abiertos en la educación universitaria. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, RELATEC**. Vol. 22, N° 1, pp. 261-277. Disponible en: <https://doi.org/10.17398/1695-288X.22.1.261>. Recuperado el 11 de mayo de 2024.
- Peralta; Liliana; Gaona, Milagros; Luna, Maleyne y Dávila, Oscar. (2022). Herramientas digitales e indagación científica en estudiantes de educación secundaria: una revisión de la literatura. **Revista Multidisciplinar Ciencia Latina**. Vol. 6, N° 2, pp. 989-1006. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1933>. Recuperado el 08 de mayo de 2024.
- Quishpe, Wilmer. (2022). **Aplicaciones móviles que contribuyen en el proceso de aprendizaje de la asignatura de biología humana, con estudiantes de sexto semestre de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales química y biología en el periodo mayo-septiembre 2021** (Trabajo de pregrado). Universidad Nacional del Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10151>. Recuperado el 13 de junio de 2024.
- Rodríguez, Deisy y Gonzáles, Andrea. (2021) **Implementación del recurso educativo digital classroom en el Instituto Politécnico Araucano INSPOAR para mejorar los conocimientos en la asignatura de química, de acuerdo con los derechos básicos de aprendizaje (DBA) del grado noveno** (Trabajo de maestría). Universidad de Cartagena, Colombia. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/entities/publication/9b848f45-7881-47d8-b6ea-162d2c5a823d>. Recuperado el 24 de mayo de 2024.
- Romero, Sonia; Gonzáles, Irene; García, Ana; Lozano, Alicia. (2018). Herramientas tecnológicas para la educación inclusiva. **Tecnología, Ciencia y Educación. CEF Centro de Estudios Financieros**. N° 9, pp. 83-112.
- Sabogal, Marta. (2021). **Condiciones para el éxito de la innovación educativa mediada con tecnologías digitales en educación superior: Aprendizajes del caso de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá** (Tesis doctoral). Universidad de los Andes, Colombia.

- Salica, Marcelo Augusto. (2019). Carga cognitiva y aprendizaje con TIC: estudio empírico en estudiantes de química y física de secundaria. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**. N° 24, pp. 67-78.
- Sidorenko, Pavel; Cabezuelo, Francisco y Herranz de la Casa, José. (2021) Instagram como herramienta digital para la comunicación y divulgación científica: el caso mexicano de @pictoline. **Revista Latinoamericana de Comunicación**. N° 147, pp. 143-162. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8093846>, Recuperado el 07 de mayo de 2024.
- Siemens, George. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. **International Journal of Instructional Technology & Distance Learning**. Disponible en: https://jotamac.typepad.com/jotamacs_weblog/files/connectivism.pdf. Recuperado el 22 de abril de 2024.
- Sosa, Jorge; Rodríguez, Ariel; Álvarez, William; Forero, Aracely. (2020). Mobile learning como estrategia innovadora en el aprendizaje de la química inorgánica. **Revista Espacio**. Vol. 41, N° 44, pp. 201-216. Disponible en: DOI: 10.48082/espacios-a20v41n44p15.
- Tajuelo, Laura, y Pinto, Gabriel. (2021). Un ejemplo de actividad de Escape Room sobre física y química en educación secundaria. Vol. 18, N° 2, pp. 2205-1-12. **Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. Disponible en: <https://oa.upm.es/76934/>. Recuperado el 10 de mayo de 2024.
- Torres, Tatiana y Cedeño, Kevin. (2022) **Herramientas Digitales Menti-meter y Acapp para la Enseñanza - Aprendizaje de la Química en el 2do BGU en la UE César Dávila** (Trabajo de pregrado). Universidad Nacional de Educación, INAE. Azogues, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/2834>. Recuperado el 16 de junio de 2024.
- Tuárez, María y Loo, Ignacio. (2021). Herramientas digitales para la enseñanza creativa de química en el aprendizaje significativo de los estudiantes. **Revista Dominio de las Ciencias**. Vol. 7, N° 6, pp. 1048-1063. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2380>. Recuperado el 16 de mayo de 2024.
- Vargas, Gabino. (2019) Competencias digitales y su integración con herramientas tecnológicas en educación superior. **Revista Cuadernos**. Vol. 60, N° 1, pp. 88-94.
- Welma, Elizabeth (2023) . Tecnologías emergentes y su impacto en la educación química del siglo xxi. **Sinopsis Educativa. Revista Venezolana de Investigación**. Vol. 23, N° 1, pp 210- 220.

- Zamarreño, Ricardo y Loyola, Natalia. (2022). Eficacia de los OVA y valoración desde la actitud de competencias de química, en período de pandemia. **Revista Páginas de Educación**. Vol. 15, N°2, pp. 68-97. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-74682022000200068&script=sci_abstract. Recuperado el 17 de abril de 2024.
- Zambrano, Denny y Zambrano, María. (2019). Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) en la educación superior: consideraciones teóricas. **RefCalE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa**. Vol. 7, N° 1, pp. 213-228. Disponible en: <https://refcale.uleam.edu.ec/index.php/refcale/article/view/2750>. Recuperado el 08 de mayo de 2024.