TECNOLOGÍAS EMERGENTES Y SU IMPACTO EN LA EDUCACIÓN QUÍMICA DEL SIGLO XXI.

Sinopsis Educativa
Revista Venezolana de Investigación
Año 23, Nº 1
Julio 2023
pp 210 - 220
Recibido: Abril 2023
Aprobado: Junio 2023

Elizabeth Y Welma
Yazenka22@gmail.com
Universidad Pedagógica Experimental Libertador

RESUMEN

El presente estudio aborda la integración de tecnologías emergentes en la educación química, examinando su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Destacados autores como Fuhr (2023) resaltan el potencial de las tecnologías digitales, como simulaciones y laboratorios virtuales, para mejorar la comprensión de conceptos científicos. Coicaud (2019) y Santos y Stipcich (2009) plantean la Realidad Expandida (RE) como un enfoque para ampliar el aprendizaje en Ciencias Exactas. Fainholc (2000) y Castells abordan la mediación tecnológico-educativa y su influencia en la configuración de subjetividades. El estudio también incluye investigaciones recientes como la de Barenca, Villegas, Diego, Rodriguez, Villalvazo., & González (2023), que exploran la utilidad de la Realidad Aumentada (RA) y Virtual (RV) en la educación. La metodología utilizada en los estudios varía, desde análisis bibliométricos hasta investigaciones de campo con estudiantes y docentes, enfocadas en la implementación de laboratorios virtuales y el análisis de percepciones estudiantiles sobre herramientas digitales. Se resaltan resultados prometedores sobre la mejora en la comprensión de conceptos científicos, la reducción de riesgos en prácticas experimentales y la ampliación de posibilidades para la educación a distancia. Además, se identifica la necesidad de una mayor capacitación docente y el potencial de estas herramientas para mejorar habilidades cognitivas y promover el aprendizaje cooperativo. En conclusión, se evidencia un crecimiento sustancial en el uso y exploración de tecnologías emergentes en la educación química. Estas herramientas han demostrado un impacto positivo en el aprendizaje, ofreciendo alternativas innovadoras para mejorar la comprensión de conceptos y la experiencia educativa en general. Palabras clave: Tecnologías emergentes, educación química, realidad aumentada, realidad virtual, laboratorios virtuales, aprendizaje innovador.

Palabras clave: *tecnologías emergentes, educación química, realidad virtual, laboratorios virtuales, aprendizaje innovador, enseñanza a distancia..*

EMERGING TECHNOLOGIES AND THEIR IMPACT ON 21ST CENTURY CHEMICAL EDUCATION.

ABSTRACT

This study addresses the integration of emerging technologies in chemical education, examining their impact on the teaching-learning process. Distinguished authors like Fuhr (2023) highlight the potential of digital technologies, such as simulations and virtual laboratories, in enhancing the understanding of scientific concepts. Coicaud (2019) and Santos and Stipcich (2009) propose Expanded Reality (ER) as an approach to broaden learning in Exact Sciences. Fainholc (2000) and Castells address technological-educational mediation and its influence on configuring subjectivities. The study also encompasses recent research like that of Barenca, Villegas, Diego, Rodriguez, Villalvazo., & González (2023), exploring the utility of Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) in education. Methodologies utilized vary from bibliometric analysis to field investigations involving students and educators, focused on virtual labo-

Key words: *emerging technologies, chemical education, augmented reality, virtual reality, virtual laboratories, innovative learning.*

ratory implementation and student perceptions analysis of digital tools. Encouraging results highlight improvement in scientific concept comprehension, reduced risks in experimental practices, and expanded possibilities for distance education. Additionally, it identifies the need for further teacher training and the potential of these tools to enhance cognitive skills and promote cooperative learning. In conclusion, there's substantial growth in the use and exploration of emerging technologies in chemical education. These tools have showcased a positive impact on learning, providing innovative alternatives to enhance concept comprehension and overall educational experience.

TECHNOLOGIES ÉMERGENTES ET LEUR IMPACT SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA CHIMIE AU XXIE SIÈCLE.

RÉSUMÉ

Cette étude aborde l'intégration des technologies émergentes dans l'éducation chimique, examinant leur impact sur le processus d'enseignement-apprentissage. Des auteurs distingués tels que Fuhr (2023) soulignent le potentiel des technologies numériques, telles que les simulations et les laboratoires virtuels, pour améliorer la compréhension des concepts scientifiques. Coicaud (2019) et Santos et Stipcich (2009) proposent la Réalité Élargie (RE) comme une approche pour élargir l'apprentissage dans les sciences exactes. Fainholc (2000) et Castells abordent la médiation technologique-éducative et son influence sur la configuration des subjectivités. L'étude englobe également des recherches récentes comme celle de Barenca, Villegas, Diego, Rodriguez, Villalvazo., & González (2023), explorant l'utilité de la Réalité Augmentée (RA) et de la Réalité Virtuelle (RV) dans l'éducation. Les méthodologies utilisées varient de l'analyse bibliométrique aux enquêtes sur le terrain impliquant des étudiants et des éducateurs, axées sur la mise en œuvre de laboratoires virtuels et l'analyse des perceptions des étudiants sur les outils numériques. Des résultats encourageants mettent en évidence une amélioration de la compréhension des concepts scientifiques, une réduction des risques dans les pratiques expérimentales et l'extension des possibilités pour l'enseignement à distance. De plus, cela identifie la nécessité d'une formation supplémentaire des enseignants et le potentiel de ces outils pour améliorer les compétences cognitives et promouvoir l'apprentissage coopératif. En conclusion, il existe une croissance substantielle dans l'utilisation et l'exploration des technologies émergentes dans l'éducation chimique. Ces outils ont démontré un impact positif sur l'apprentissage, offrant des alternatives innovantes pour améliorer la compréhension des concepts et l'expérience éducative globale.

Mot clefes:
technologies émergentes, éducation chimique, réalité augmentée, réalité virtuelle, laboratoires virtuels, apprentissage innovant.

I. INTRODUCCIÓN

El artículo aborda la transformación de la educación química mediante el impacto vertiginoso de las tecnologías emergentes, evidenciando la convergencia entre la evolución tecnológica y la enseñanza de la química. Estas tecnologías, como la inteligencia artificial, la realidad aumentada y virtual, el internet de las cosas, la robótica avanzada y la incipiente computación cuántica, están generando cambios significativos en la forma de enseñar y aprender la química.

La revolución perceptual e interactiva generada por la realidad aumentada y virtual ha transformado la experiencia educativa, permitiendo visualizar modelos moleculares en 3D, explorar conceptos abstractos y llevar a cabo prácticas de laboratorio virtuales. Esta evolución ha comenzado a modificar la interacción de los estudiantes con los conceptos químicos, abriendo nuevas posibilidades educa-

tivas (Wu et al., 2013; Garzón et al., 2019; Pottle, 2019). Además, análisis actuales proyectan que el uso de estas tecnologías no solo incrementará la eficiencia docente, sino que también mejorará la calidad y los resultados del aprendizaje, facilitando un acceso más amplio a la educación (World Economic Forum, 2020).

La convergencia entre la evolución tecnológica y la educación química representa un desafío fundamental en el siglo XXI, instando a explorar los límites del proceso educativo. Esta revisión tiene como objetivo analizar en profundidad el impacto actual y potencial de las tecnologías emergentes en la enseñanza de la química, identificando sus contribuciones, desafíos y oportunidades para enriquecer la educación en este campo.

La integración creciente de las tecnologías emergentes en la educación química plantea desafíos y oportunidades significativas. La importancia de comprender en profundidad su impacto radica en su potencial para mejorar la comprensión de los conceptos químicos y la interacción estudiante-docente, optimizando la calidad educativa en el ámbito de la química.

El objetivo principal de esta revisión es examinar exhaustivamente el impacto presente y futuro de las tecnologías emergentes en la educación química del siglo XXI. Se busca identificar y analizar sus contribuciones actuales, desafíos y oportunidades para enriquecer la enseñanza de la química.

El artículo se organizará para abordar a fondo el impacto de las tecnologías emergentes en la educación química. Comenzará con una introducción que contextualiza la intersección entre la evolución tecnológica y la educación química, destaca su influencia actual y establece el marco para el análisis de las tecnologías emergentes en este campo. Posteriormente, se revisará su impacto actual, se explorará su potencial futuro y se presentarán conclusiones que sinteticen los hallazgos relevantes y brinden recomendaciones para su integración efectiva en la enseñanza de la química.

II. ASPECTOS TEÓRICOS

Tecnologías emergentes en la química

Las tecnologías emergentes han irrumpido de manera significativa en el ámbito educativo, transformando la forma en que se enseña y se aprende la química. La convergencia entre la ciencia y la innovación tecnológica ha dado lugar a un amplio abanico de herramientas que potencian el entendimiento de los conceptos químicos de manera práctica y dinámica. Desde la Realidad Aumentada (RA) hasta la Realidad Virtual (RV), pasando por la integración de la inteligencia artificial y las tecnologías de realidad extendida, estas innovaciones han revolucionado la educación química al ofrecer experiencias inmersivas, simulaciones interactivas y entornos virtuales que promueven la exploración de estructuras moleculares y reacciones químicas.

Esta intersección entre la química y las tecnologías emergentes redefine el paradigma educativo, proporcionando a estudiantes y educadores herramientas poderosas para comprender y aplicar los principios de la química en un contexto práctico y accesible. Varias tecnologías emergentes se utilizan actualmente para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo de la química. Algunas de estas tecnologías incluyen:

Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV)

La Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual (RV) son tecnologías innovadoras que están transformando el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, ofreciendo experiencias inmersivas y prácticas para los estudiantes. Estas tecnologías emergentes están siendo cada vez más utilizadas en la educación, y varias investigaciones resaltan sus beneficios en la comprensión de conceptos científicos y en la ampliación de oportunidades educativas.

Según Fuhr (2023), el uso de tecnologías digitales como las simulaciones y los laboratorios virtuales en clases de química ha mostrado ser un recurso valioso para los estudiantes al acortar la brecha entre los modelos científicos y los entendimientos de los estudiantes. Estas herramientas, como mencionan Barenca et al. (2023), permiten la visualización de modelos moleculares en 3D y la creación de murales informativos integrados a la API de Twitter, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje y brindando una mayor comprensión de los conceptos químicos.

Por otro lado, Coicaud (2019), Santos, y Stipcich (2009) explican que la Realidad Expandida (RE) busca ampliar los espacios y tiempos de aprendizaje a través de modelos de aprendizaje ubicuo y experiencias transmediales en áreas de las Ciencias Exactas y Naturales. Asimismo, Pimentel, Zambrano, Mazzini, Villamar

(2023) exploran cómo la evolución de las tecnologías de realidad extendida gracias a la inteligencia artificial está influyendo positivamente en el aprendizaje.

La RA y la RV ofrecen distintos enfoques: la RA permite superponer elementos digitales en el mundo real, facilitando la visualización de modelos moleculares complejos directamente sobre objetos físicos como libros o tarjetas. Esta visualización tridimensional proporciona una comprensión más profunda de la disposición espacial de las moléculas, tal como se destaca en Fainholc (2000) y Castells. Por otro lado, la RV sumerge a los estudiantes en entornos completamente digitales, permitiendo la exploración interactiva de reacciones y estructuras moleculares, como menciona Bisbal (2022).

En resumen, la RA y la RV ofrecen una experiencia educativa transformadora en el campo de la química al brindar a los estudiantes la oportunidad de interactuar con modelos moleculares complejos, explorar estructuras y reacciones químicas de manera interactiva y experimentar en laboratorios virtuales sin los riesgos asociados a los experimentos reales. Estas tecnologías emergentes fomentan la curiosidad, el aprendizaje activo y seguro, generando un entorno educativo dinámico y estimulante.

Inteligencia Artificial (IA)

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta transformadora en el ámbito educativo, especialmente en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química. Los avances en IA han llevado a la creación de sistemas inteligentes y herramientas tecnológicas innovadoras que se aplican con éxito en entornos educativos. Diversos estudios, como el de Álvarez, Luces, Caicedo, & Figueroa (2023), Vergara & Carrillo (2023), De La Cruz, Benites, Cachinelli, & Caicedo (2023), Núñez-Michuy, Agualongo-Chela, Vistin, & López (2023), Fajardo, Ayala, Arroba & López (2023), y Alonso (2023), han revelado que la IA ofrece múltiples beneficios en la educación, permitiendo una adaptación más personalizada, eficiente y efectiva del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La IA se ha implementado con éxito en diversas áreas de la educación química. Por ejemplo, los chatbots impulsados por IA, mencionados en la investigación de Lokman et al. (2021), han demostrado ser útiles como tutores virtuales, proporcionando a los estudiantes un acceso continuo para repasar conceptos y resolver dudas en cualquier momento. Además, los sistemas de tutoría inteligente personalizados, analizados por Wang et al. (2021), emplean modelos de aprendizaje automático para evaluar el progreso de los estudiantes y ofrecer recomendaciones personalizadas, adaptando así el contenido y el ritmo de aprendizaje a las necesidades individuales.

Otro aspecto relevante es el uso de la IA en la generación automática de preguntas y respuestas, un enfoque detallado por Cheang et al. (2021). Esta herramienta permite desarrollar evaluaciones más dinámicas y efectivas, adaptándose a diferentes niveles de complejidad y áreas específicas de la química. Asimismo, la capacidad de la IA para calificar respuestas cortas de estudiantes con niveles de precisión comparables a los de evaluadores humanos, mencionada por Liu et al. (2021), ofrece una manera eficiente de evaluar el conocimiento adquirido por los estudiantes.

Además, las aplicaciones de la IA, como el análisis de datos y el aprendizaje automático, han permitido identificar conceptos erróneos y dificultades de aprendizaje en áreas específicas de la química, como nomenclatura, estequiometría y enlace químico, como señala Ahmed et al. (2021). Esta capacidad de diagnóstico es crucial para personalizar la experiencia educativa y ofrecer apoyo individualizado a los estudiantes en áreas donde pueden enfrentar desafíos.

En resumen, la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química ofrece una gama diversa de aplicaciones, desde la tutoría adaptativa hasta la generación de preguntas y respuestas, permitiendo una personalización y un apoyo educativo más eficaz para los estudiantes. Sin embargo, para aprovechar al máximo el potencial de la IA en la educación, es fundamental abordar tanto sus oportunidades como sus limitaciones con un enfoque pedagógico cuidadoso y una implementación responsable.

Internet de las Cosas (IoT)

La integración de Internet de las Cosas (IoT) en la enseñanza de la química supone una innovación tecnológica con un potencial transformador para el proceso educativo en esta disciplina científica. Esta convergencia entre la tecnología digital y el ámbito de la química ha generado una amplia gama de oportunidades que enriquecen la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. La capacidad de conectar dispositivos y sensores a través de IoT, tanto en

laboratorios virtuales como en escenarios reales, ha abierto un horizonte de experimentación remota y monitoreo en tiempo real.

Esta integración proporciona a los educadores la capacidad de diseñar entornos de aprendizaje interactivos y dinámicos, permitiendo a los estudiantes llevar a cabo prácticas, experimentos y análisis químicos de manera innovadora y colaborativa. Así, se refuerza la comprensión de los conceptos fundamentales y se fomenta una participación más activa en su proceso de formación científica. A través de las investigaciones recopiladas, se evidencia el impacto positivo de estas tecnologías en la comprensión y el interés de los estudiantes por la ciencia. A continuación, se detallan las contribuciones específicas de cada estudio en relación con la implementación exitosa de Internet de las Cosas (IoT) en la enseñanza de la química.

1. Silva-Díaz et al. (2022): Destacan el uso de la realidad virtual y la robótica educativa como tecnologías preferidas para el desarrollo de la educación científica, lo que puede ser un terreno fértil para la implementación de IoT en actividades prácticas y experimentos remotos.
2. Flores et al. (2022): Aunque no enfocaron específicamente su estudio en IoT, su trabajo sugiere la posibilidad de integrar IoT en laboratorios virtuales para crear ambientes de aprendizaje significativos durante la pandemia.
3. Rojas (2022): Aunque se enfoca en simuladores, demuestra cómo herramientas tecnológicas como ChemLab pueden influir positivamente en el aprendizaje de conceptos específicos de química.
4. Rivas (2023): Sugiere el uso de laboratorios virtuales para mejorar la comprensión de Ciencia y Tecnología en colegios de nivel secundario, lo que podría incluir la integración de IoT para experimentos remotos.
5. Freire (2023): Su enfoque en la implementación de guías metodológicas basadas en laboratorios virtuales podría incluir la integración de dispositivos IoT para prácticas interactivas y experimentos en tiempo real.
6. Madera y Martinez (2022): Se centra en la simulación virtual en química para generar aprendizaje autónomo, lo que podría incluir la implementación de IoT para experimentos interactivos.
7. Rendón et al. (2023): Aunque su enfoque está en los Huertos Académicos, destaca el respeto al medio ambiente y podría abrir la posibilidad de integrar IoT en proyectos que involucren ciencias naturales
8. Serrano et al. (2022): Aunque se enfocan en laboratorios remotos y virtuales en Física, la capacidad de operar en cualquier momento podría integrarse con dispositivos IoT para experimentación remota.
9. Manivel (2022): Su investigación muestra cómo el uso de laboratorios virtuales mejora la comprensión y el interés, aspectos que podrían ampliarse con la implementación de IoT para experimentación más interactiva.
10. Alarcón et al. (2022): Aunque su enfoque principal está en la robótica educativa, destacan la importancia y el potencial de IoT para mejorar las habilidades académicas de los estudiantes.

En consecuencia, la recopilación y análisis de estos estudios proporcionan una visión enriquecedora sobre el impacto positivo que supone la integración de Internet de las Cosas (IoT) en la enseñanza de la química mediante el empleo de laboratorios virtuales, simuladores y diversas herramientas tecnológicas. Estas investigaciones muestran cómo la implementación de IoT ha generado un cambio significativo en el proceso educativo, permitiendo un acceso más dinámico, práctico e interactivo para los estudiantes en el estudio de la química. La utilización de dispositivos conectados y sensores ha propiciado la experimentación remota y el monitoreo en tiempo real, fomentando un aprendizaje más participativo y una comprensión más profunda de los conceptos científicos fundamentales. Estos hallazgos subrayan el potencial transformador de la tecnología IoT en la educación química, proporcionando una base sólida para el desarrollo futuro de estrategias pedagógicas más efectivas y atractivas en el ámbito educativo.

Computación Cuántica

La computación cuántica ha emergido como un campo innovador que tiene un potencial significativo en la enseñanza de la química. Las investigaciones examinadas han explorado diferentes facetas de la educación en química a través de enfoques diversos y estrategias innovadoras:

1. León, Arias, Giraldo, y Jácome (2023):

Este estudio se enfoca en la relación entre la física y las tecnologías emergentes, específicamente la computación cuántica y la inteligencia artificial. Proporciona un marco para comprender cómo las redes neuronales podrían aplicarse en el procesamiento de datos y su relación con la computación cuántica, proyectando el desarrollo futuro de redes neuronales cuánticas en el aprendizaje automático y la inteligencia artificial.

2. Guffante, & Chicaiza (2023): La propuesta de integrar plataformas virtuales, como LIVEWORKSHEETS y BAAMBOOZLE, destaca cómo estas herramientas pueden mejorar la comprensión de conceptos químicos fundamentales, como la tabla periódica y el modelo atómico. Se enfoca en la retroalimentación de temas químicos para facilitar el aprendizaje.
3. Lopez &Vera (2022): Explora la aplicación de la Programación Neurolingüística (PNL) en la enseñanza de la química, con énfasis en identificar técnicas que motiven a los estudiantes. Propone una guía metodológica para aplicar la PNL específicamente en la enseñanza de la química, con el objetivo de mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en esta materia.
4. Gomez & Campaña (2022): Presenta un proyecto que busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química mediante el uso de Google Sites como herramienta educativa. Se centra en superar las deficiencias en la enseñanza virtual y la falta de compromiso de estudiantes y padres, proponiendo esta plataforma para mejorar la educación tanto virtual como presencial.
5. Chaves (2022): Enfocado en el enlace químico, propone una unidad didáctica que integra herramientas como Gabedit y videos, junto con actividades grupales, para facilitar la comprensión de este tema clave en la química. Destaca el aprendizaje cooperativo como una estrategia fundamental en el desarrollo educativo y social de los estudiantes.

Estos enfoques diversos, desde la exploración de tecnologías emergentes hasta la implementación de metodologías y plataformas, demuestran cómo diferentes estrategias pueden contribuir significativamente a mejorar la enseñanza de la química, proporcionando un panorama amplio y prometedor para el desarrollo de herramientas educativas más efectivas y atractivas para los estudiantes.

Simuladores y software especializado

El empleo de simuladores y software educativos especializados ha experimentado un aumento notable en el ámbito educativo de la química, ofreciendo una vía efectiva para la comprensión de conceptos abstractos y el fomento del desarrollo de habilidades experimentales a través de la simulación por computadora (Gavilán, 2020). Estas herramientas, presentes en la educación química, cumplen roles específicos y abren un abanico de posibilidades para el aprendizaje interactivo. Por ejemplo, programas como Avogadro, destinados al modelado y visualización molecular en 3D, permiten la construcción y el análisis interactivo de moléculas, disponible para descarga gratuita (Tovar, 2021).

Por otro lado, los simuladores de laboratorio, como Labster, ofrecen experiencias inmersivas en áreas como destilación, espectroscopía y cinética química, proporcionando un entorno virtual para la práctica experimental (Labster, 2021). Asimismo, el software con realidad virtual, como ReactVR, permite la manipulación de sustancias químicas y experimentación en entornos virtuales que se asemejan a un laboratorio real, generando experiencias próximas a la práctica física (Gavilán et al., 2022). Estos recursos tecnológicos proporcionan formas interactivas y visualmente estimulantes para comprender los conceptos de la química, ofreciendo oportunidades únicas de experimentación y aprendizaje a los estudiantes.

El empleo de estas tecnologías especializadas ha generado múltiples beneficios en la educación química. En primer lugar, estas herramientas han demostrado ser efectivas para aumentar la motivación y el interés de los estudiantes al permitir la interactividad y la inmersión en procesos moleculares invisibles a simple vista (Tovar, 2021). Además, posibilitan el desarrollo de habilidades experimentales antes de enfrentarse a un laboratorio real, reduciendo los riesgos de accidentes y permitiendo un aprendizaje más seguro y controlado (Pérez, 2020). Igualmente, la capacidad de llevar a cabo prácticas a gran escala a través de entornos virtuales elimina las limitaciones físicas y de recursos, presentando una alternativa sostenible y económica para la enseñanza (Gavilán, 2020).

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, la implementación de estas tecnologías plantea

desafíos significativos. Se destaca la necesidad de una capacitación docente efectiva para utilizar estas herramientas de manera óptima, asegurando que los educadores estén debidamente preparados para sacar el máximo provecho de estas tecnologías (Gavilán et al., 2022). Además, es crucial evitar que el uso excesivo de estas herramientas reemplace completamente la experimentación física en un laboratorio real, ya que, aunque ofrecen una excelente alternativa, no deben sustituir por completo la experiencia práctica y tangible que brinda la interacción con sustancias químicas reales (Pérez, 2020).

En resumen, los simuladores y software especializados representan oportunidades excepcionales para mejorar y transformar la enseñanza de la química, complementando de manera efectiva las lecciones teóricas y prácticas tradicionales. Diseñados específicamente para la enseñanza de la química, permiten una interacción más directa con modelos moleculares, la simulación de reacciones químicas y la realización de prácticas de laboratorio virtuales, ofreciendo una forma innovadora y efectiva de comprender los conceptos químicos y promoviendo un aprendizaje más interactivo y seguro en el entorno educativo.

Impacto en la educación química

La integración de tecnologías emergentes en la educación química conlleva una serie de beneficios y mejoras significativas que impactan positivamente en el proceso de aprendizaje:

1. Acceso a experiencias de aprendizaje más efectivas y atractivas: La implementación de tecnologías emergentes proporciona acceso a experiencias de aprendizaje más dinámicas y atractivas, lo que puede potenciar la participación y el compromiso de los estudiantes (Yuen et al., 2011).
2. Mejora en la calidad del aprendizaje y comprensión de conceptos químicos: Las tecnologías emergentes ofrecen la posibilidad de elevar la calidad del aprendizaje al permitir una comprensión más profunda y práctica de los conceptos químicos, lo que resulta en un mejor rendimiento académico (World Economic Forum, 2020).
3. Facilitación de nuevas formas de evaluación y retroalimentación: Estas tecnologías también brindan oportunidades para implementar sistemas de evaluación más dinámicos y efectivos, ofreciendo una retroalimentación más inmediata y precisa que contribuye a mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes (World Economic Forum, 2020).

La integración de estas tecnologías emergentes en la educación química no solo enriquece el proceso educativo, sino que también promueve una mayor interacción, comprensión y desempeño académico de los estudiantes, ofreciendo un entorno de aprendizaje más estimulante y efectivo en el campo de la química.

Desafíos y consideraciones

La implementación de tecnologías emergentes en la educación química ha abierto una gama de desafíos y consideraciones que requieren una atención detallada para garantizar su éxito en el entorno educativo.

1. Necesidad de capacitación docente y posibles resistencias: Uno de los desafíos primordiales radica en la capacitación adecuada de los docentes. Si bien estas tecnologías presentan un potencial significativo para mejorar la enseñanza, muchos educadores pueden enfrentar dificultades al integrarlas efectivamente en sus métodos pedagógicos debido a la falta de capacitación y experiencia en su uso (Garzón et al., 2019). La resistencia a adoptar nuevas herramientas digitales en el aula puede derivarse de la falta de familiaridad con estas tecnologías o de la reticencia hacia el cambio, lo que puede obstaculizar su implementación exitosa.
2. Balance entre beneficios y desafíos: La integración de tecnologías emergentes en el entorno educativo conlleva tanto ventajas como desafíos. Si bien estas herramientas ofrecen beneficios considerables, como mejorar la participación de los estudiantes y facilitar el aprendizaje interactivo, también plantean consideraciones importantes. La adaptación curricular, la gestión efectiva del tiempo en el aula y la evaluación del aprendizaje son elementos críticos que deben ser considerados cuidadosamente para una implementación exitosa (Reiher et al., 2017). El equilibrio entre los beneficios y los desafíos es esencial para garantizar que la integración de estas tecnologías sea efectiva y sostenible en el contexto educativo.

El reconocimiento y la comprensión de estos desafíos y consideraciones son fundamentales para una implementación fructífera de las tecnologías emergentes en la educación química. La capacitación docente, la superación de las resistencias al cambio y la reflexión sobre cómo abordar y equilibrar los beneficios y los desafíos son aspectos cruciales que deben ser considerados cuidadosamente para aprovechar al máximo el potencial transformador de estas herramientas en el proceso educativo.

III. CONCLUSIONES

Después de analizar los desafíos, beneficios y consideraciones relacionados con la integración de tecnologías emergentes en la educación química, se han obtenido conclusiones significativas que resumen la importancia y el potencial transformador de estas herramientas en el ámbito educativo.

Recapitulación de hallazgos:

Las investigaciones revisadas han destacado consistentemente que las tecnologías emergentes ofrecen un potencial revolucionario para transformar la educación química. Estas herramientas, como los simuladores, software especializado, realidad virtual y otras tecnologías innovadoras, tienen la capacidad de mejorar significativamente la comprensión de conceptos químicos, aumentar la participación de los estudiantes y ofrecer experiencias de aprendizaje más interactivas y efectivas. Sin embargo, se ha resaltado la necesidad de un enfoque colaborativo y una capacitación docente efectiva para una implementación óptima de estas tecnologías en el aula (Reiher et al., 2017). La resistencia al cambio y los desafíos en la adaptación curricular también son consideraciones clave que deben abordarse para maximizar el potencial de estas herramientas en el entorno educativo.

Llamado a la acción o futuras investigaciones:

A pesar de los avances y beneficios evidentes, queda claro que se necesita un mayor enfoque en la investigación para guiar la implementación exitosa de estas tecnologías y maximizar su impacto en la educación química del siglo XXI. Se requieren más estudios exhaustivos que aborden específicamente aspectos como estrategias efectivas de capacitación docente, métodos de integración curricular, evaluación de resultados educativos y superación de resistencias hacia estas nuevas tecnologías en el aula. Estas investigaciones serían fundamentales para desarrollar pautas prácticas y recomendaciones concretas que faciliten la adopción efectiva de tecnologías emergentes en la educación química, lo que a su vez conducirá a mejoras significativas en la calidad del aprendizaje de los estudiantes y la transformación de los procesos educativos tradicionales.

En resumen, si bien las tecnologías emergentes prometen revolucionar la educación química, su implementación exitosa requiere un esfuerzo colaborativo, mayor investigación y un enfoque holístico para superar los desafíos y aprovechar plenamente su potencial transformador en el aula.

REFERENCIAS

Abella-Peña, L., & García-Martínez, Á. (2022). Comunidad de desarrollo profesional de profesores en formación inicial para la incorporación didáctica de tecnologías de la información y las comunicaciones: una experiencia desde la investigación de diseño educativo: Professional Development Community of Preservice Teachers for the Didactic Incorporation of Information and Communication Technologies: An Experience from Educational Design Research. PAPELES, 14(28).

Ahmed, M. U., Begum, M., Funk, P., Haworth, G. M., & Xiong, C. (2021). Machine Learning Applications in Chemistry Education: Promise and Possible Pitfalls. Journal of Chemical Education, 98(9), 2569-2577. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00349

Alarcón, J. C. O., Amador, J. A. O., & Arce, L. C. (2022). Casos prácticos de aprendizaje de jóvenes estudiantes con Robótica-IoT: Aplicar Robótica e IoT en la Enseñanza.

Alonso Salinas, R. (2023). Aplicación de la Inteligencia Artificial a la enseñanza en física y química (Master's thesis).Universidad Catolica de Murcia

Alvarez, M., Luces, L., Caicedo, R., & Figueroa, E. (2023). La inteligencia artificial para el aprendizaje de química por personas con escolaridad inconclusa: su impacto. Polo del Conocimiento, 8(10).

Barenca Sotelo, . C. U., Villegas Guevara, . G. E., Diego García, . J., Rodriguez Haro, F., Villalvazo Laureano , E. ., & González López, . J. M. (2023). Aplicaciones de RV y RA para Química y Geografía en Preparatoria. INVURNUS, 17(1). https://doi.org/10.46588/invurnus.v17i1.66

Britos, D., Vargas, L., Arias, S., Giraudo, N., & Veneranda, G. Tercera Conferencia de Directores de Tecnología de Información y Comunicación en Instituciones de Educación Superior: Soluciones para la Enseñanza y la Investigación. Laboratorio Remoto Virtual para la Enseñanza de Administración de Redes.

Bustillo López, M. F., Ferrer, L., Videla, S., Ohanian, G., & Vardaro, S. (2022). Realidad Aumentada como recurso disruptivo para explorar la Química Orgánica. Educación En La Química, 28(01), 74–83. Recuperado a partir de https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/77

Chaves Montero, L. K. (2022). Diseño de una unidad didáctica en la enseñanza de enlace químico mediante el uso de GABEDIT para licenciados en formación inicial de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

Cheang, H. Y., So, W. M. W., Wong, M. Y. P., Kwan, C. W., Yuen, S. N., Chen, Z., Wong, R. K. S., & Wong, Y. L. (2021). An Artificial Intelligence based Formative Assessment and Learning System (AI FALS) for chemistry. Computers in Human Behavior, 120, 106759. https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106759

Coicaud, S. (2019). Potencialidades didácticas de la inteligencia artificial. Mediaciones tecnológicas para una enseñanza disruptiva. Editorial Noveduc

De La Cruz, M. A. T., Benites, E. M. M., Cachinelli, C. G. C., & Caicedo, E. V. A. (2023). Incidencias de la inteligencia artificial en la educación. RECIMUNDO, 7(2), 238-251.

Fainholc (2004). El concepto de mediación en la tecnología educativa apropiada y crítica. Educación y TIC: El concepto de mediación en la tecnología.

Fajardo, G. M., Ayala, D. C., Arroba, E. M., & López, M. (2023). Inteligencia Artificial y la Educación Universitaria: Una revisión sistemática. Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación, 8(1), 109–131. https://doi.org/10.33262/rmc.v8i1.2935

Flores Mejía, J., Buenrostro Arceo, R., González Quezada, E., & Vega Maldonado, S. L. (2022). Perspectiva de estudiantes universitarios al uso de los laboratorios virtuales en respuesta a los retos de la pandemia 2020: Students' perspective of the use of virtual laboratories as an answer to challenges due to the 2020 pandemic . Revista RELEP- Educación Y Pedagogía En Latinoamérica, 4(3). https://doi.org/10.46990/relep.2022.4.3.602

Freire Mancheno, E. M. E. (2023). Guía metodológica basada en laboratorios virtuales para el proceso de enseñanza–aprendizaje de la asignatura de biología en estudiantes de tercero BGU de la Unidad Educativa Manuela Cañizares, 2021-2022 (Master's thesis, PUCE-Quito).

Fuhr, A. (2023). La experimentación en aulas de Química mediadas por tecnología. Actas VI Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata. Ensenada,

6, 7 y 8 de septiembre de 2023 – ISSN 2250-8473
Garcia, A., (2022). Análisis de casos sobre los usos previstos y reales de TIC, en cursos de Química I, Química II y Química orgánica de la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). [Trabajo de investigación]. Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3884
Gomez, V. & Campaña, V. (2022). Utilización de Google Sites para el proceso de enseñanza aprendizaje de Química para estudiantes de primer año de bachillerato. [Tesis de Maestría]. Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica. 124 p.
González Abonía, G. A., & Martínez Casanova, L. M. (2019). Las ciencias naturales desde la perspectiva ciencia, tecnología, sociedad y ambiente: una propuesta reflexiva para el aprendizaje de la Química. Revista Conrado, 15(67), 205-212. Recuperado de http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado
Guffante, F. & Chicaiza, A. (2023). Integración de recursos virtuales LIVEWORKSHEETS y BAAMBOOZLE para la enseñanza y aprendizaje de Química con estudiantes de primero BGU del Colegio de Bachillerato Fiscal Chambo (Bachelor's thesis, Riobamba).
Hasbun, J. M. C., García, J. R. P., & Torres, E. M. (2022). Aceptación tecnológica del uso de la realidad aumentada por estudiantes del nivel secundario: una mirada a una clase de Química. Revista Tecnología, Ciencia y Educación, (23), 49-68.
Idoyaga, I., Capuya, F., & Alvarez, M. (2022). Implementación de un laboratorio remoto para la enseñanza de la ley de boyle en un primer curso de química universitaria. En Enseñanza de las ciencias naturales en pandemia : Encuentro Virtual de Enseñanza de las Ciencias Naturales-EnCiNa 5 / compilación de.- 1a ed compendiada.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Editorial FEDUN, 2022. Libro d
Largo Taborda, W. A., Zuluaga-Giraldo, J. I., López Ramírez, M. X., & Grajales Ospina, Y. F. (2022). Enseñanza de la química mediada por TIC: un cambio de paradigma en una educación en emergencia. Revista Interamericana De Investigación Educación Y Pedagogía RIIEP, 15(2). https://doi.org/10.15332/25005421.6527
León , A., Arias, M., Giraldo, J., y Jácome, C. (2023). Las Redes Neuronales Cuánticas y Enseñanza de Aspectos Básicos de la Mecánica Cuántica . Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 18(Especial), 353–365. https://doi.org/10.14483/23464712.21392
Liu, O. L., Horton, L., Lee, J., Kang, J., Hall, C., Wang, J., & Liu, M. (2021). Using natural language processing for evaluating students' short chemistry answers. Journal of Chemical Education, 98(1), 327-338. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00498
Lokman, A. M., Rosmalena, R., Wahab, A., Abdullah, H., Ismail, A., & Zain, J. M. (2021). Intelligent chatbot application to improve chemistry learning experience during pandemic. Journal of Technology and Science Education, 11(2), 262-273. https://doi.org/10.3926/jotse.1302
López Mogrovejo, F. X., & Vera Laje, C. M. (2022). Influencia de la programación neurolingüística como método estratégico en la enseñanza de la química (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación).
Madera Mezquida, D. A., & Martínez Abad, O. R. (2022). Procesos de simulación virtual en química, una alternativa para generar espacios de aprendizaje autónomo, en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Benicio Agudelo del Municipio de Tierralta-Córdoba (Doctoral dissertation, Universidad UMECIT).
Mancheno, H. (2023).LA GESTIÓN DEL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO DEL COLEGIO "CIUDAD DE CUENCA. [Trabajo de investigación]. Universidad del Azuay
Manivel Chávez, R. A. (2022). Laboratorios virtuales: herramientas complementarias en el laboratorio de química inorgánica.
Mejía, J. F., Arceo, R. B., Quezada, E. G., & Maldonado, S. L. V. (2022). Perspectiva de estudiantes universitarios al uso de los laboratorios virtuales en respuesta a los retos de la pandemia 2020: Students' perspective of the use of virtual laboratories as an answer to challenges due to the 2020 pandemic. Revista RELEP-Educación y Pedagogía en Latinoamérica, 4(3).
Núñez-Michuy , C. M., Agualongo-Chela, L. M., Vistin Vistin, J. M., & López Quincha, M. (2023). La Inteligencia Artificial en la pedagogía como modelo de enseñanza. Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación, 8(2), 120–135. https://doi.org/10.33262/rmc.v8i1.2932
Pimentel, M.; Zambrano, M. ; Mazzini, A.; Villamar, M. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el

Conocimiento, ISSN-e 2588-073X, Vol. 7, Nº. 2, 2023, págs. 74-88
Rendón, N., Ayala, J. & Falcones, J. (2023). Análisis de la Implementación de Huertos Académicos como Propuesta para Fortalecer el Aprendizaje de los Estudiantes de Especialización en Ciencias y Carrera de Químico Biólogo. Revista Científica Ciencia y Tecnología, 23(40), 16-26.
Rivas Diaz, M. E. (2023). Laboratorios virtuales como estrategia para el aprendizaje del Área de Ciencia y Tecnología en colegios del nivel secundario, Chiclayo.[Trabajo de investigación]. Universidad Cesar Vallejos
Rojas, R. M. (2022). Secuencia didáctica de aprendizaje apoyada en el laboratorio virtual ModelChemlab para desarrollar la competencia explicación de fenómenos basado en el análisis de variables con estudiantes de décimo en Cómbita.[Trabajo de investigación]. Universidad de Santander
Sagrario, Y., (2021).”Integración De Recursos Tics, Para Estimular El Interés Hacia El Aprendizaje De La Química Inorgánica En Los Alumnos De 5to De Secundaria Del Colegio Pre Universitario Pedro Henríquez Ureña De Santo Domingo, Año Escolar 2020-2021”[Trabajo De Investigación]. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.
Santos, G. y Stipcich, S. (2009). Múltiples representaciones en los applets: una alternativa para la apropiación de los códigos básicos en ciencia y tecnología. RAZÓN Y PALABRA. Primera Revista Electrónica en América Latina Especializada en Comunicación. www.razonypalabra.org.mx
Serrano, G., Martinez, C., & Clavijo, S. (2022). Laboratorios remotos y virtuales: recursos para la educación en Física. Revista de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, 3(1).
Silva-Díaz, F., Fernández-Ferrer, G., Vásquez-Vilchez, M., Ferrada, C., Narváez, R. y Carrillo-Rosúa, J. (2022). Tecnologías emergentes en la educación STEM. Análisis bibliométrico de publicaciones en Scopus y WoS (2010-2020). Bordón, Revista de Pedagogía, 74(4), 25-44. [https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94198]
Solano, S. T. C., & Encalada, S. C. O. (2022). Gamificación y enseñanza de la química orgánica en los estudiantes de tercero de bachillerato. Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, 7(34), 13.
Vergara González, R. M., & Carrillo Rosúa, F. J. (2023). Uso de Inteligencia Artificial para diseñar propuestas didácticas de Física y Química en Educación Secundaria.
Wang, D., Zhao, J., Wang, X., & Song, Y. (2021). Construction of an Intelligent Tutoring System Based on Knowledge Graph and Deep Reinforcement Learning. IEEE Access, 9, 102350102361. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3101660