



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4>

Ciencias de la Educación  
Artículo de investigación

*Nuevas herramientas y recursos para la enseñanza de la química: experiencias exitosas y desafíos*

*New tools and resources for chemistry teaching: successful experiences and challenges*

*Novas ferramentas e recursos para o ensino da química: experiências e desafios de sucesso*

Noralma Magdalena Quelal González <sup>I</sup>  
[n\\_ori69@hotmail.com](mailto:n_ori69@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-5451-9420>

Yadira Elizabeth Quisaguano Caiza <sup>II</sup>  
[yadiraquisaguano92@gmail.com](mailto:yadiraquisaguano92@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-9232-9222>

**Correspondencia:** [n\\_ori69@hotmail.com](mailto:n_ori69@hotmail.com)

\***Recibido:** 25 mayo de 2022 \***Aceptado:** 02 de junio de 2022 \* **Publicado:** 06 de julio de 2022

- I. Magíster en Docencia Universitaria y Administración Educativa, Licenciada en Ciencias de la Educación, mención Biología y Química, Técnico Docente Investigador Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- II. Especialista en Gestión de la Calidad Educativa, Magíster en Diseño Curricular y Gestión de Proyectos Educativos, Licenciada en Ciencias de la Educación, mención Química y Biología, Técnico Docente Investigador Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

## Resumen

Las nuevas tecnologías ofrecen hoy en día la posibilidad de innovación y creatividad en la tarea de enseñanza de los profesores de todas las áreas del conocimiento; particularmente, la asignatura de Química brinda la posibilidad de simular procesos que son difíciles de observar en las aulas o laboratorios. Este artículo, busca dar a conocer experiencias que han sido aplicadas en algunos casos en la enseñanza de la Química a través de una revisión bibliográfica, para mostrar una perspectiva actual y resaltar prácticas exitosas. La revisión permitió concluir que todas estas experiencias han tomado a la tecnología como punto de partida, buscando mejorar sus metodologías de enseñanza y que, además, los profesores buscan nuevas herramientas, de preferencia gratuitas, con el fin de captar la atención de sus estudiantes.

**Palabras clave:** química; enseñanza; tic; educación.

## Abstract

New technologies offer today the possibility of innovation and creativity in the teaching task of teachers in all areas of knowledge; particularly, the subject of chemistry offers the possibility of simulating processes that are difficult to observe in classrooms or laboratories. This article seeks to present experiences that have been applied in some cases in the teaching of chemistry through a literature review, to show a current perspective and highlight successful practices. The review allowed us to conclude that all these experiences have taken technology as a starting point, seeking to improve their teaching methodologies and that, in addition, teachers are looking for new tools, preferably free, in order to capture the attention of their students.

**Key words:** chemistry; teaching; ict; education.

## Resumo

As novas tecnologias oferecem hoje em dia a possibilidade de inovação e criatividade na tarefa de ensino dos professores em todas as áreas do conhecimento; em particular, o tema da química oferece a possibilidade de simular processos que são difíceis de observar em salas de aula ou laboratórios. Este artigo procura apresentar experiências que têm sido aplicadas em alguns casos no ensino da química através de uma revisão bibliográfica, para mostrar uma perspectiva actual e destacar práticas

bem sucedidas. A revisão permitiu-nos concluir que todas estas experiências tomaram a tecnologia como ponto de partida, procurando melhorar as suas metodologias de ensino e que, além disso, os professores estão à procura de novos instrumentos, de preferência gratuitos, a fim de captar a atenção dos seus alunos.

**Palavras-chave:** química; ensino; ict; educação.

## Introducción

La química es una asignatura conceptual y la comprensión de los conceptos es el objetivo principal del aprendizaje, especialmente en la enseñanza de la química. Muchos estudiantes no entienden los conceptos en absoluto, otros los entienden mal o parcialmente; por lo tanto, es muy difícil enseñar a toda una clase de la misma manera. Está demostrado que los alumnos entienden mejor la visualización que la enseñanza verbal. El uso de varias tecnologías y nuevas herramientas es muy eficaz para que los alumnos aprendan y comprendan conceptos complejos de química; también es eficaz para que los profesores creen una mejor comprensión de los alumnos sobre el aprendizaje y los conceptos de la química. Tradicionalmente, los profesores solían aplicar estrategias de enseñanza en clase, pero ahora, con la aparición de nuevas herramientas y tecnologías, es un poco difícil para los profesores entenderlo. Como los profesores y los alumnos estaban acostumbrados a las estrategias tradicionales, las nuevas herramientas parecen ser difíciles para ellos; en este contexto, se revisaron varios artículos para conocer el uso de las tecnologías en un estudio reciente.

Varios autores entrevistaron a estudiantes y profesores para conocer la eficacia de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de la química. El artículo de revisión establece una reflexión sobre la práctica de las nuevas herramientas y tecnologías que han tenido éxito en otros estudios similares y las perspectivas futuras. Esta investigación se llevó a cabo para encontrar las dificultades a las que se enfrentan los profesores, sus necesidades y sus motivos para compartir conocimientos y usar la tecnología, basándose en el análisis. El objetivo principal del artículo es analizar el potencial de la tecnología en el trabajo de profesores y alumnos.

Objetivos de la revisión del artículo

- Conocer la eficacia de las tecnologías
- Conocer las ventajas y desventajas de las tecnologías emergentes

- Analizar la mejora en el aprendizaje y la enseñanza de la química

Preguntas para la revisión del artículo

- ¿Cuál es el beneficio de las nuevas herramientas y tecnologías en la enseñanza de la química?

- ¿Cuál es la experiencia exitosa de los profesores y los estudiantes?

- ¿A qué retos se enfrentan los profesores en el uso de las nuevas tecnologías?

Para obtener respuesta a estas preguntas, se han revisado seis artículos, escritos por diferentes autores en diferentes publicaciones. Los autores investigaron el uso de herramientas y tecnologías en la enseñanza de la química. En estas investigaciones se destacó la eficacia y la idoneidad de las tecnologías en mejorar el aprendizaje y la enseñanza de la química. De igual manera, también se determinó que varios profesores y alumnos se enfrentan a retos y problemas de comprensión de estas recientes tecnologías.

El uso de sitios web y software en línea es un poco difícil al principio, pero una vez que se acostumbra 80o/80, es la forma más fácil y destacada de aprender. Varias tecnologías ayudaron a seguir estudiando incluso durante la pandemia de COVID-19. Los profesores ahora enseñan desde casa a varios alumnos al mismo tiempo como en clase. El sitio web y las aplicaciones como JCE ChemEd X, ICT y WBD facilitan el acercamiento de la química a los teléfonos móviles u ordenadores personales. Varios términos que requerían una visualización en 3D también son posibles ahora gracias a las tecnologías. Los profesores se acercan ahora de forma creativa a los alumnos y arrastran su interés por la asignatura mediante el uso de diferentes tecnologías. Impartir una práctica docente creativa es posible gracias a estas nuevas estrategias y también al aprendizaje práctico establecido a través del medio digital.

## Metodología

El objetivo principal del artículo es analizar el potencial de la tecnología en el trabajo de profesores y alumnos.

Es diseño de esta metodología aborda 4 puntos, descritos a continuación:

1. Criterios de inclusión: en favor de seleccionar qué documentos forman parte de la revisión se establecen una serie de criterios referentes al documento y a su contenido del mismo (tipo de diseño,

temática etc), en este caso particular, la temática “química” y “enseñanza” son los criterios fundamentales para la selección.

2. Identificar las fuentes de información más adecuadas siempre que se trate de estudios de ciencias de la salud y química, y establecer la estrategia de búsqueda.

3. Selección y clasificación de los estudios: una primera aproximación es la catalogación como "pertinente o no pertinente", luego, se aplican los criterios de inclusión y exclusión planteados previamente.

4. Proceso de extracción de datos: consiste en la lectura crítica y obtención de la información necesaria de cada uno de los artículos seleccionados

Para obtener respuesta a las preguntas de investigación planteadas, se han seleccionado finalmente seis artículos, escritos por diferentes autores en diferentes publicaciones.

## Desarrollo

El primer artículo es JCE Chemical Education Xchange y está escrito por Jon L. Holmes. El artículo procede de la revista de educación química de la Universidad de Wisconsin en Madison, Estados Unidos. El autor utiliza la fuente del sitio web de JCE en línea para el contenido nuevo y heredado del artículo (JCE Chemical Education Xchange, 2022). Para la información de apoyo, se utilizó el contenido de la biblioteca digital del JCE. El autor usa las diferentes secciones del JCE ChemEd X como aprender, compartir y vídeo para el contenido. Los activos de vídeo de la página se utilizaron en muchos contextos.

El segundo artículo es publicado por De Gruyter el 20 de septiembre de 2019. El título del artículo es “la aplicación de métodos y tecnologías interactivas para la enseñanza de la química”. El autor utiliza la fuente Journal for Chemistry Teacher International para el contenido. En este artículo se analizan los estudios previos para crear una base teórica para el uso de las TIC en la enseñanza de la química (Aplicación métodos y tecnologías interactivas de la enseñanza de la química, 2018). El autor también establece diferentes programas interactivos de química. También analizó el plan de estudios de química en la República Checa y Kazajistán.

El tercer artículo trata sobre el desarrollo y la implementación de recursos educativos en química con elementos de realidad aumentada. El artículo tiene como objetivo analizar las oportunidades y la

descripción de la experiencia de desarrollo e implementación de tecnologías de apoyo a la enseñanza de la química en institutos y colegios de Ucrania. El contexto es la conclusión de la investigación en diferentes instituciones de Ucrania (Desarrollo e implementación de recursos educativos en química con elementos de realidad aumentada, 2020). El autor estudia la Universidad Pedagógica Estatal de Kryvyi Rih, la Universidad Nacional de Kryvyi Rih y el Instituto Metalúrgico de Kryvyi Rih de la Academia Nacional de Metalurgia de Ucrania.

El cuarto artículo es "El debate basado en la web en la enseñanza y el aprendizaje: percepción y potencialidad de los profesores y alumnos de secundaria para mejorar el rendimiento de los estudiantes en química orgánica". El artículo fue publicado el 28 de agosto de 2021 por Aloys Iyamyremye, Janvier Mukiza, Ezechiel Nsabayeze, Fidele Ukobizaba y Kizito Ndiokubwayo. En el estudio de esta sección, los autores se apoyan tanto en la entrevista como en las pruebas de rendimiento para la recogida de datos. Los autores se dirigieron a 5 estudiantes de química de dos escuelas secundarias. La escuela está situada en el distrito de Kicukiro, en la ciudad de Kigali, en Ruanda. Estas escuelas fueron seleccionadas para comprobar la disponibilidad de laboratorios de informática y de conexiones a Internet (discusiones basadas en la web en la enseñanza y el aprendizaje, 2021). La química orgánica se ha impartido en las cinco últimas clases de las escuelas. Los autores del sitio web seleccionaron una clase de quinto curso de cada escuela. El estudio se realizó sobre un total de 138 estudiantes, de los cuales 83 eran hombres y 55 mujeres. Se organizaron tanto entrevistas físicas como debates a través de la web para interactuar con estos estudiantes. La entrevista se realizó para recoger datos cualitativos y cuantitativos para obtener respuestas a las preguntas de la investigación.

Los autores también desarrollaron un foro de discusión en la web llamado Red Universal de Química (UCN). Todos los estudiantes se registraron en el foro y tuvieron acceso a él. El foro creó una sala de discusión en la que todos los estudiantes pueden comentar sobre el tema de la química orgánica. La formación para el uso de este nuevo método de enseñanza también se hizo para los profesores y los estudiantes para que puedan utilizarlo de una mejor manera. Después de realizar la prueba, se seleccionaron 40 estudiantes de 138, de los cuales 20 eran hombres y 20 mujeres, para la sesión de entrevistas. También se seleccionaron cuatro profesores de química de alto nivel para la entrevista. La entrevista consta de 10 preguntas relacionadas con la experiencia del debate en la web en la enseñanza y el aprendizaje de la química. La validez del contenido, de la entrevista y de los

instrumentos de investigación fue comprobada y aprobada por el equipo de investigación y enseñanza de química de la Facultad de Educación de la Universidad de Ruanda (UR-CE). También se realizó un estudio piloto para comprobar la fiabilidad del contenido en otra escuela. Se hizo que los dos grupos respondieron a las preguntas y el coeficiente de fiabilidad resultó ser de 0,755, lo que refleja la alta consistencia del resultado de ambos grupos.

El quinto artículo es del World Journal of Chemical Education. El artículo es "Using technology to support chemistry teaching and learning in the context of Brazilian Distance Education". El artículo fue publicado el 31 de octubre de 2018. Los autores del artículo son Esteban López Moreno, Stephany Petronilho Heidelmann y Ana-Paula Correia. Este artículo fue escrito con base en una encuesta realizada a más de 5 millones de estudiantes que están tomando cursos a distancia o semipresenciales en Brasil (Using Technology to Support Chemistry Teaching and Learning, 2018). La metodología del artículo es cualitativa. La encuesta se realizó durante aproximadamente 6 años, en la que se entrevistó a un total de 80 profesores de química de secundaria en Brasil. Se les preguntó sobre su experiencia en el uso de tecnologías para el aprendizaje y la enseñanza de la química. También se les pidió que definieran las características de las aplicaciones que les resultan muy útiles.

La entrevista se centró en derivar las principales características que fueron como facilidad que significa que la aplicación es fácil de usar para los profesores y los estudiantes y aceptada por todos. Flexibilidad significa que la aplicación es compatible con otras opciones en la escuela. Coste se refiere a que la aplicación ofrece funciones esenciales gratuitas. Porque hay una limitación de recursos en la educación pública brasileña por lo que dan prioridad a los recursos de coste cero o reducido. La aplicación debe tener una mejor organización, lo que significa que debe ofrecer funciones como compartir, importar y exportar archivos y personalizar los materiales. A partir de estas características, se evaluaron las ventajas y desventajas de las nuevas herramientas y tecnologías. El tema es objeto de investigación para varios autores, por lo que en este análisis no se utilizaron entornos como los blogs, YouTube y las redes sociales.

El sexto artículo es "Un enfoque basado en la investigación aplicada para apoyar a los profesores de química durante la pandemia de COVID-19". El artículo fue citado en el Journal of Chemical Education 2020 el 8 de septiembre. Se publicó en línea el 11 de agosto de 2020. Los autores son Shelley Rap, Yael Feldman Maggor, Ehud Aviran, Inna Shvarts Serebro, Enas Easa, Ella Yonai, Ruth Waldman y Ron Blonder. En esta investigación, se encuestó a los profesores de química de secundaria

que utilizaron la tecnología durante la pandemia de COVID-19 en Israel para enseñar. El cuestionario fue diseñado para que los profesores de química identificarán las dificultades, necesidades, materiales y estrategias para la enseñanza en línea (An Applied Research-Based Approach to Support Chemistry Teachers during the COVID-19 Pandemic, 2020). El banco de preguntas se distribuyó en diferentes escuelas secundarias de química en Israel a través de redes sociales como Facebook y WhatsApp. El banco de preguntas consta de preguntas de opción múltiple sobre las herramientas tecnológicas y la experiencia de los profesores. La segunda parte del banco de preguntas tenía preguntas abiertas que preguntaban sobre las ventajas y desventajas de la enseñanza en línea. Se seleccionó a un total de 193 profesores de diferentes escuelas de Israel.

## Resultados y Discusión

El uso de las tecnologías parece ser muy beneficioso para todos los que aprenden o enseñan química. Los profesores, en la encuesta y en la entrevista, apreciaron el hecho de que estas aplicaciones proporcionan un área restringida a los profesores. Esto les permite seguir el progreso de los estudiantes y la realización de actividades de estudio en el dispositivo móvil (Chen et al. 2020). Los profesores pueden ahora preparar una presentación con la interacción de sus alumnos, como los Emoji; también pueden organizar concursos de preguntas en línea y contar la participación de los alumnos. En la encuesta se afirma que la química es ahora más accesible y más visual para los estudiantes (Petillion & McNeil, 2020). El uso de herramientas y tecnologías facilitó la identificación y optimización de las estructuras químicas, la rotación y la representación del enlace entre moléculas. Esto creó una fácil comprensión de la construcción estructural y la representación de conceptos, modelos, fórmulas y moléculas.

Los profesores informaron de que ahora también pueden enseñar en línea con el uso de plataformas como Zoom, Moodle, un sitio web del curso, mensajes de WhatsApp, correos electrónicos, etc. Otros muchos profesores todavía reflejan una actitud negativa hacia la enseñanza en línea porque tienen una baja capacidad para utilizar la tecnología para la enseñanza (Kalogiannakis, Papadakis, & Zourmpakis, 2021). Se ha comprobado que los profesores necesitan apoyo para desarrollar el conocimiento pedagógico de la tecnología. Esto les ayudará a crear lecciones integradoras que puedan involucrar activamente a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. También pueden recibir una



retroalimentación inmediata e interactuar con sus alumnos (Lapitan et al. 2021). Para hacer frente a la actitud negativa se pueden adoptar algunas medidas. Por ejemplo, crear oportunidades en las que los profesores puedan compartir su frustración, sus sentimientos y su miedo. Promover que los profesores compartan sus historias de éxito en la enseñanza con el uso de la tecnología y sus buenas o malas experiencias.

En la entrevista, se pidió a los profesores que contarán las fuentes de apoyo y dónde necesitaban apoyo para mejorar la calidad de la enseñanza; los profesores se enfrentaron a diferentes retos y dificultades durante las clases en línea: problemas de instrucción, tecnológicos, de compromiso, participación de los alumnos y de la dificultad para establecer un contacto directo con el alumno (Ferrell et al. 2020). Los profesores también tuvieron dificultades para realizar experimentos debido a la enseñanza en línea, como por ejemplo la ausencia de un laboratorio en la enseñanza en línea; también se enfrentaban a problemas de comprensión de las diferentes características de estas tecnologías. Y si los profesores pueden entender, no pueden hacer que sus estudiantes entiendan su uso (Kiryakova, Angelova, & Yordanova, 2018). Así como también, se informó de que varios estudiantes hacen un mal uso de estas características y molestan a toda la clase y al profesor.

Algunas de las ventajas de estas tecnologías son la ausencia de problemas de disciplina para los profesores y la notable mejora de las competencias digitales de los alumnos. La disponibilidad de medios de visualización aumenta gracias a estas tecnologías (Boss & Larmer, 2018). Del mismo modo, se estimuló y motivó a los estudiantes y se creó una influencia positiva en su atención y concentración en la química. En este sentido, se puede decir que se ha creado un entorno de aprendizaje activo para los estudiantes que afecta a su capacidad de aprendizaje y lo potencia. De igual manera, se ha mejorado la calidad de los conocimientos de los alumnos, ya que participan activamente en el proceso de aprendizaje (Dietrich et al. 2020). Aumenta también la motivación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje mediante el uso de nuevos materiales, ya que no se limitan a ser oyentes pasivos, sino que actúan como participantes activos. Visto de otro modo, la tecnología ha aportado flexibilidad y hace que el aprendizaje sea más cómodo.

Las dos cuestiones que resultaron al crear cursos interactivos son la creación de cursos participativos y el descubrimiento de herramientas TIC que pueden ser utilizadas en la enseñanza de este tipo de curso. De igual manera, se puede mencionar que, de manera general, las valoraciones de los programas en línea fueron más altas que las del programa tradicional; esto innegablemente sugiere

que el programa en línea es más eficaz para preparar a los estudiantes de secundaria inferior (Mitsos et al. 2018).

Los métodos interactivos consisten en texto, animación, preguntas, tareas, imágenes, ejercicios interactivos, etc en cada etapa de una lección; el cambio en los medios de aprendizaje de la química, como el teléfono móvil, hace que el aprendizaje de los estudiantes sea más individualizado (Jeffery & Bauer, 2020), en tanto que el uso de tabletas, ordenadores y teléfonos móviles conecta la escuela con el hogar y permite el aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento.

El uso de la tecnología ha brindado a los estudiantes muchos beneficios y oportunidades, ha hecho que los estudiantes sean más avanzados y les permite interactuar con sus profesores y compañeros de clase sin dudarlos (Aljawarneh, 2020). También les proporciona comodidad y les facilita el aprendizaje. En algún momento los profesores tuvieron problemas para entender las herramientas y la tecnología, de hecho, algunos no apoyaron estas tecnologías, pero no pudo negarse que al implementar la innovación de acuerdo con los desafíos y problemas de los estudiantes, las tecnologías pueden ser más eficientes (Mamlok-Naaman et al. 2018). De manera general, los profesores también disfrutaron del uso de estas nuevas apps y sitios web para mejorar sus estrategias de aprendizaje y enseñanza, tanto que a muchos profesores les resultó muy beneficioso el uso de estas tecnologías ya que facilitan al máximo su trabajo. En conclusión, la actitud hacia el uso de estas tecnologías fue tanto positiva como negativa.

Las tecnologías también crearon algunas actividades extracurriculares para los alumnos, dándoles la oportunidad de conectarse con el mundo fuera de la clase (Noor, Isa, & Mazhar, 2020). Entre las actividades extracurriculares se encuentra la Olimpiada de Química, que permite a los estudiantes potenciar sus conocimientos y reunir el talento de diferentes escuelas (Almeida, & Simoes, 2019). Existen varios programas de este tipo como ChemClub, el proyecto SEED, la revista ChemMatters, el programa Scholars, la investigación de verano, los recursos de planificación universitaria, la olimpiada de química, etc. para profesores y alumnos.

## Conclusiones

La química es una asignatura central de ciencias por su lenguaje especial, por tanto, para que la química sea fácil de entender, divertida de recordar, importante para todos y adaptable a diversas

plataformas, es necesario aplicar nuevas tecnologías. Así también, las nuevas estrategias y materiales didácticos son importantes para que la química sea más eficaz; las diferentes aplicaciones que se analizaron en el estudio tienen diferentes características para satisfacer las necesidades de enseñanza de la química.

El resultado de las entrevistas con los profesores en los artículos estudiados demostró que la mayoría de los profesores pueden deducir la utilidad de estas aplicaciones de libre acceso. Sin embargo, cuando se trata de la aplicación instructiva o académica, esta se puede calificar de moderada. El estudio pretende examinar a los profesores de química de las escuelas y universidades sobre su interés en el uso de las nuevas herramientas.

En estas entrevistas también se descubrió que los estudiantes sienten más interacción entre ellos a través de la discusión en la web sobre el debate de un tema determinado. Los estudiantes afirmaron que ahora pueden compartir libremente sus ideas, conocimientos y experiencias. El estudio también puso de manifiesto algunos problemas con el uso de la discusión basada en la web, como la falta de ordenadores personales para los estudiantes, la falta de disponibilidad de conexiones a Internet, la insuficiencia de datos, etc. El uso de varias tecnologías amplía el público objetivo de los recursos y compromete a varias escuelas en las actividades de investigación.

Se hizo una revisión de varios artículos para examinar si las nuevas tecnologías tienen oportunidades o no. En este sentido, se llegó a la conclusión de que, junto con la utilidad de las tecnologías, también surgieron varios retos; el equipo innovador intenta mejorar sus tecnologías para superar estos retos. En los últimos años, el uso de la tecnología ha aumentado; desde la pandemia del COVID-19, la tecnología ha desempeñado un papel importante en el estudio de los alumnos, resolviendo, por ejemplo, el problema de no poder asistir a una escuela o el distanciamiento social.

Empezando por una introducción a la enseñanza de la química, el artículo se centra en tres objetivos y gira en torno a tres preguntas de investigación a las que hay que dar respuesta en el contexto. En este sentido, se explicó la metodología de varios artículos y se destacó cómo los autores realizan sus investigaciones basándose en entrevistas, cuestionarios, revistas y algunos libros. Una vez terminada la parte de metodología, se ha mencionado la parte de resultados y discusión. Del mismo modo, en el apartado de resultados y discusión se resume el resultado de toda la investigación del estudio.

A través del presente análisis, se visibilizan algunos de los principales beneficios de la utilización de las nuevas herramientas y tecnologías emergentes. Así también, se mostraron algunas de las ventajas

e inconvenientes del uso de las tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje. De igual manera, se habla de la compensación de las tecnologías y también se describen los retos a los que se enfrentan profesores y alumnos en la utilización de estas estrategias. A pesar de estos retos, se concluye que innovar en tecnología es una buena idea para facilitar la química, tanto a los profesores como a los alumnos.

## Referencias bibliográficas

1. Aljawarneh, S. A. (2020). Reviewing and exploring innovative ubiquitous learning tools in higher education. *Journal of computing in higher education*, 32(1), 57-73.
2. Almeida, F., & Simoes, J. (2019). The role of serious games, gamification and industry 4.0 tools in the education 4.0 paradigm. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 120-136.
3. An Applied Research-Based Approach to Support Chemistry Teachers during the COVID-19 Pandemic, (2020) [Accessed through] [Online PDF] <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7497632/>> [Accessed on 04/06/2022]
4. Application interactive methods and technologies of teaching chemistry, (2018) [Accessed through] [Online PDF] < <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cti-2018-0031/html?lang=en>> [Accessed on 04/06/2022]
5. Boss, S., & Larmer, J. (2018). *Project based teaching: How to create rigorous and engaging learning experiences*. ASCD.
6. Chen, T. L., Kim, H., Pan, S. Y., Tseng, P. C., Lin, Y. P., & Chiang, P. C. (2020). Implementation of green chemistry principles in circular economy system towards sustainable development goals: Challenges and perspectives. *Science of the Total Environment*, 716, 136998.
7. Development and implementation of educational resources in chemistry with elements of augmented reality, (2020) [Accessed through] [Online PDF] < <http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper12.pdf>> [Accessed on 04/06/2022]
8. Dietrich, N., Kentheswaran, K., Ahmadi, A., Teychené, J., Bessière, Y., Alfenore, S., ... & Hébrard, G. (2020). Attempts, successes, and failures of distance learning in the time of COVID-19. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2448-2457.

9. Ferrell, J. B., Campbell, J. P., McCarthy, D. R., McKay, K. T., Hensinger, M., Srinivasan, R., ... & Schneebeli, S. T. (2019). Chemical exploration with virtual reality in organic teaching laboratories. *Journal of Chemical Education*, 96(9), 1961-1966.
10. JCE Chemical Education Xchange, (2022) [Accessed through] [Online PDF] <[https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed300790q?ref=vi\\_teaching-chemistry-online](https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed300790q?ref=vi_teaching-chemistry-online)> [Accessed on 04/06/2022]
11. Jeffery, K. A., & Bauer, C. F. (2020). Students' responses to emergency remote online teaching reveal critical factors for all teaching. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2472-2485.
12. Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in science education. A systematic review of the literature. *Education Sciences*, 11(1), 22.
13. Kiryakova, G., Angelova, N., & Yordanova, L. (2018). The potential of augmented reality to transform education into smart education. *TEM Journal*, 7(3), 556.
14. Lapitan Jr, L. D., Tiangco, C. E., Sumalinog, D. A. G., Sabarillo, N. S., & Diaz, J. M. (2021). An effective blended online teaching and learning strategy during the COVID-19 pandemic. *Education for Chemical Engineers*, 35, 116-131.
15. Mamlok-Naaman, R., Eilks, I., Bodner, G., & Hofstein, A. (2018). *Professional development of chemistry teachers: Theory and practice*. Royal Society of Chemistry.
16. Mitsos, A., Aspiron, N., Floudas, C. A., Bortz, M., Baldea, M., Bonvin, D., ... & Schäfer, P. (2018). Challenges in process optimization for new feedstocks and energy sources. *Computers & Chemical Engineering*, 113, 209-221.
17. Noor, S., Isa, F. M., & Mazhar, F. F. (2020). Online teaching practices during the COVID-19 pandemic. *Educational Process: International Journal*, 9(3), 169-184.
18. Petillion, R. J., & McNeil, W. S. (2020). Student experiences of emergency remote teaching: Impacts of instructor practice on student learning, engagement, and well-being. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2486-2493.
19. Using Technology to Support Chemistry Teaching and Learning, (2018) [Accessed through] [Online PDF] <<http://pubs.sciepub.com/wjce/6/5/4/index.html>> [Accessed on 04/06/2022]

20. Web-based discussions in teaching and learning, (2021) [Accessed through] [Online PDF] <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10639-021-10725-7.pdf>> [Accessed on 04/06/2022]

©2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).