

16

Fecha de presentación: enero, 2024

Fecha de aceptación: abril, 2024

Fecha de publicación: mayo, 2024

ENSEÑANZA

DE LA QUÍMICA ORGÁNICA MEDIADA POR LAS TIC

ICT MEDIATED ORGANIC CHEMISTRY EDUCATION

Guido Patricio Santillán-Lima ^{1*}

E-mail: psantillan@unach.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0743-9107>

Daniela Margoth Caichug-Rivera ²

E-mail: danielarivera@quimica.exactas.unlp.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9755-1508>

Juan Carlos Santillán-Lima ³

E-mail: juancarlos.santillanl@info.unlp.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5812-7766>

Fernando Molina-Granja¹

E-mail: fmolina@unach.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2486-894X>

Cristian Lara-Basantes⁴

E-mail: clara@uagraría.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2646-6821>

* Autor para la correspondencia: psantillan@unach.edu.ec

¹ Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ingeniería. Riobamba, Ecuador.

² Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Exactas. Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos. La Plata. Argentina.

³ Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Informáticas. La Plata, Argentina.

⁴ Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Santillán-Lima, G. P., Caichug-Rivera, D. M., Santillán-Lima, J. C., Molina-Granja, F., & Lara-Basantes, C. (2024). Enseñanza de la química orgánica mediada por las TIC. *Universidad y Sociedad* 16(3), 150-156.

RESUMEN

Actualmente en los sistemas educativos uno de los mayores retos es integrar las nuevas tecnologías a los procesos de enseñanza-aprendizaje teniendo en cuenta que su utilización en diferentes aspectos de la vida cotidiana han modificado la forma como los jóvenes piensan, aprenden e interactúan con otros y les ha permitido desarrollar habilidades de pensamiento y nuevas formas de aprender. El desarrollo aborda todo lo relacionado con la enseñanza de la química orgánica mediada por las TIC. Además, se aborda sobre las TIC en educación, el papel de la misma en la enseñanza de la química y sus diferentes aplicaciones. Llegando a la conclusión con las futuras líneas de investigación con respecto a la temática abordada en el artículo. La enseñanza y el aprendizaje de la Química Orgánica, al estar mediadas por las TIC, le imprimen calidad en el proceso optimizando la dinámica de la clase contribuyendo a su mejor comprensión. Esto, debido en parte, a que la Química es una disciplina cuyos modelos y fundamentos teóricos requieren de mucha imaginación para que el estudiante pueda comprender los conceptos abstractos, y es así, como la tecnología puede contribuir, por ejemplo, con las presentaciones de figuras tridimensionales.

Palabras clave: Estudiantes, Enseñanza-aprendizaje de la química orgánica, TIC.

ABSTRACT

Currently in educational systems one of the biggest challenges is to integrate new technologies to teaching-learning processes taking into account that their use in different aspects of everyday life have changed the way young people think, learn and interact with others and has allowed them to develop thinking skills and new ways of learning. The development addresses everything related to the teaching of organic chemistry mediated by ICT. In addition, it deals

with ICT in education, the role of ICT in the teaching of chemistry and its different applications. Concluding with the future lines of research with respect to the subject addressed in the article. The teaching and learning of organic chemistry, when mediated by ICTs, give quality to the process, optimizing the dynamics of the class and contributing to its better understanding. This is partly due to the fact that Chemistry is a discipline whose models and theoretical foundations require a lot of imagination so that the student can understand the abstract concepts, and this is how technology can contribute, for example, with the presentation of three-dimensional figures.

Keywords: Students, Teaching-learning of organic chemistry, ICTs.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día se realizan muchas actividades que pueden explicarse mediante la química, por eso en la ciencia existe una estrecha conexión entre lo que experimentamos con los sentidos y las ideas científicas (Gellon et al., 2018).

Sin embargo, en la sociedad actual existe la preocupación por la falta de interés de los estudiantes en aprender ciencias generales y química orgánica ya que los estudios realizados arrojaron que los estudiantes están mal preparados es por ello hoy en día la enseñanza de la Química debe ser estratégica en el uso de las Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC) para mantenerse a la vanguardia de los avances tecnológicos y así se mejora el aprendizaje de los mismos. Y no exista la dificultad de que se imparte impartir ideas teóricas sin explicar suficientemente su aplicación a través de un lenguaje sencillo y cotidiano, haciendo que el estudiante vivencie su aprendizaje, sumado a la forma de enseñar siempre lo mismo y de la misma manera (Bonifacio et al., 2024). Este argumento resalta la importancia de enseñar Química con una finalidad cultural, de tal forma, que el estudiante no solo adquiera conocimientos básicos, sino que también se oriente por principios éticos, democráticos e investigativos (Aparicio et al., 2018; González, 2020; Uribe, 2020).

Así mismo, es importante considerar que la Química se conceptualiza como la ciencia que estudia la composición y las propiedades de la materia y de las transformaciones que esta experimenta sin que se alteren los elementos que la forman y su aprendizaje se soporta en las prácticas de laboratorio.

En el mismo orden de ideas la Química como Ciencia impacta en todas las esferas de la sociedad. Es una enseñanza con una alta formación en ciencias básicas requeridas para su aplicación en el desarrollo de competencias

que le permitan impactar en la resolución de problemas de naturaleza química a través del trabajo en grupos multidisciplinarios.

En el campo del conocimiento la didáctica de la química es relativamente reciente, la cual se sustenta, para generar teoría y fortalecerse como disciplina científica, de investigaciones propias y de las investigaciones de la didáctica general. Esta epistemología se desarrolla de la práctica, buscando el tipo de saber, creencia, supuestos, intenciones y motivaciones en las acciones e intervenciones.

Enseñar química orgánica implica más allá de la buena motivación y organización didáctica, de una estrategia de enseñanza apropiada para que los estudiantes comprendan un contenido científico, lo que conlleva a la construcción ordenada de su aprendizaje a partir de los conocimientos previos, que les posibilite ir más allá de algunos modelos mentales y lo genere de forma apropiada emplear el lenguaje químico, y promedio del desarrollo y enfrentamiento de “problemáticas químicas” se favorezca la reflexión y la motivación al estudio teórico y experimental de ésta ciencia (Murillo, 2016).

Desde que el hombre empezó a comunicarse con los demás hombres de manera escrita en la historia de la humanidad, así sea de manera implícita, un proceso pedagógico, a través del cual se dan a conocer diferentes elementos o se lleva a cabo un proceso de creación conjunta del conocimiento. Es la razón por la cual la integración entre lo tecnológico y lo educativo genera productos innovadores, que logran mejorar y motivar tanto a educandos como educadores en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las TIC son uno de los principales factores externos de cambio en la educación, en particular por el impacto en los cuatro ámbitos principales de la actividad educativa: docencia, investigación, gestión y presencia en el entorno social.

En el mismo orden de ideas las TIC se han constituido en uno de los recursos más importantes de la sociedad, que trae como consecuencia una explosión exponencial en la transmisión e intercambio de datos, información y conocimiento, a los cuales se puede acceder sin tener en cuenta barreras geográficas o limitaciones del tiempo, transforma elementos fundamentales que condicionan la comunicación tales como el espacio y el tiempo, a lo que se adiciona la capacidad de interacción en el proceso de comunicación. Es por ello que en los últimos años casi todos los países del mundo han implementado proyectos y establecido políticas y estrategias para promover el uso

de las TIC y aprovechar los beneficios y los aportes que estas ofrecen (Suárez et al., 2021).

Según Salcedo (2008, citado por Martínez-Argüello et al., 2018) con la incorporación de las TIC a la enseñanza de la química se proporciona un entorno familiar entre el estudiante y la forma como se encuentra conectada la química, la tecnología y la sociedad de la información. Además, se propicia la formación de ciudadanos alfabetizados científicamente.

Los estudiantes actuales son una generación que presentan cambios en la forma de aprender ya que se mueven en un escenario entre computador e internet desarrollando habilidades cognitivas como capacidad de observación, exploración, comparación, ordenamiento, clasificación, y así mismo, procesos de pensamientos como análisis y síntesis, abstracción y generalización. Todo esto sumado la capacidad de realizar múltiples tareas en forma sincrónica o asincrónica, de manera independiente o de forma grupal, a raíz de ello. Todos estos argumentos apoyan la eficiencia del uso de las Tic en el desempeño académico.

La investigación sobre Enseñanza química orgánica mediada por las TIC se ha motivado conocer el uso de la tecnología de la información y las comunicaciones en la enseñanza química orgánica, sus aplicaciones entre otros aspectos

En ese sentido el objetivo de estudio es integrar las TIC, en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la matemática, mediante el uso de diversas herramientas tecnológicas mediante una revisión de la literatura científica, para lo cual se han establecido dos objetivos específicos. El primero trata de conocer la química orgánica. En segundo lugar, se pretende identificar la mediación por la tecnología de la información y las comunicaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es descriptivo, ya que el análisis se realiza sobre la enseñanza de la química orgánica, presenta un doble reto para el docente: por una parte, se deben abordar los conceptos con la rigurosidad que demanda el trabajo científico, y por otra se debe intentar mantener el interés y la motivación constante de los estudiantes. Esto hace necesario la búsqueda de estrategias didácticas que permitan al estudiante la construcción de significados y el logro de aprendizajes más eficaces.

Para el desarrollo de la investigación, se tuvo en cuenta tres fases a saber: Primera fase: identificación del problema y planteamiento de objetivos, Segunda fase: construcción del marco de referencia, Tercera fase: desarrollo

de la investigación, con la aplicación de los instrumentos para la recolección y validación de la información.

Como con esta investigación se quiere determinar el efecto del uso de las TIC en el rendimiento e interés de los estudiantes, el método que se utilizó fue el cualitativo ya que es un método que permite un análisis real del contexto.

La muestra seleccionada está conformada por 30 estudiantes de cada uno de los tres grados once de la institución, en edades entre los 17 y 18 años, de estrato social bajo, residentes en la zona urbana de Riobamba, con una muestra total de 30 estudiantes, de los cuales 12 son hombres y 18 mujeres; con resultados académicos superiores, medios e inferiores en el área de Química, pero en general con dificultades en su aprendizaje, que permite un grado de validez alto en los resultados. Los procedimientos utilizados fueron entrevistas tanto a docentes como estudiantes y la aplicación de pruebas diagnóstica y de verificación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las actividades desarrolladas por los estudiantes son elementos fundamentales en el desarrollo de sus aprendizajes en la química orgánica, la cual se debe favorecer el aprendizaje activo por medio de estrategias específicas y es allí donde las TIC desempeñan un papel fundamental como facilitador de este proceso. La implementación de herramientas tecnológicas promueve el trabajo colaborativo y el acceso a una mayor cantidad de información visual que constituye una parte esencial en la enseñanza de la química orgánica, dada su riqueza simbólica. Adicional a lo anterior, desde una perspectiva constructivista, la incorporación de las TIC puede impactar la manera como los sujetos elaboran su conocimiento, gracias a sus potencialidades y desde la interacción promueve en el estudiante acciones de pensamiento crítico y analítico (Hernández et al., 2014).

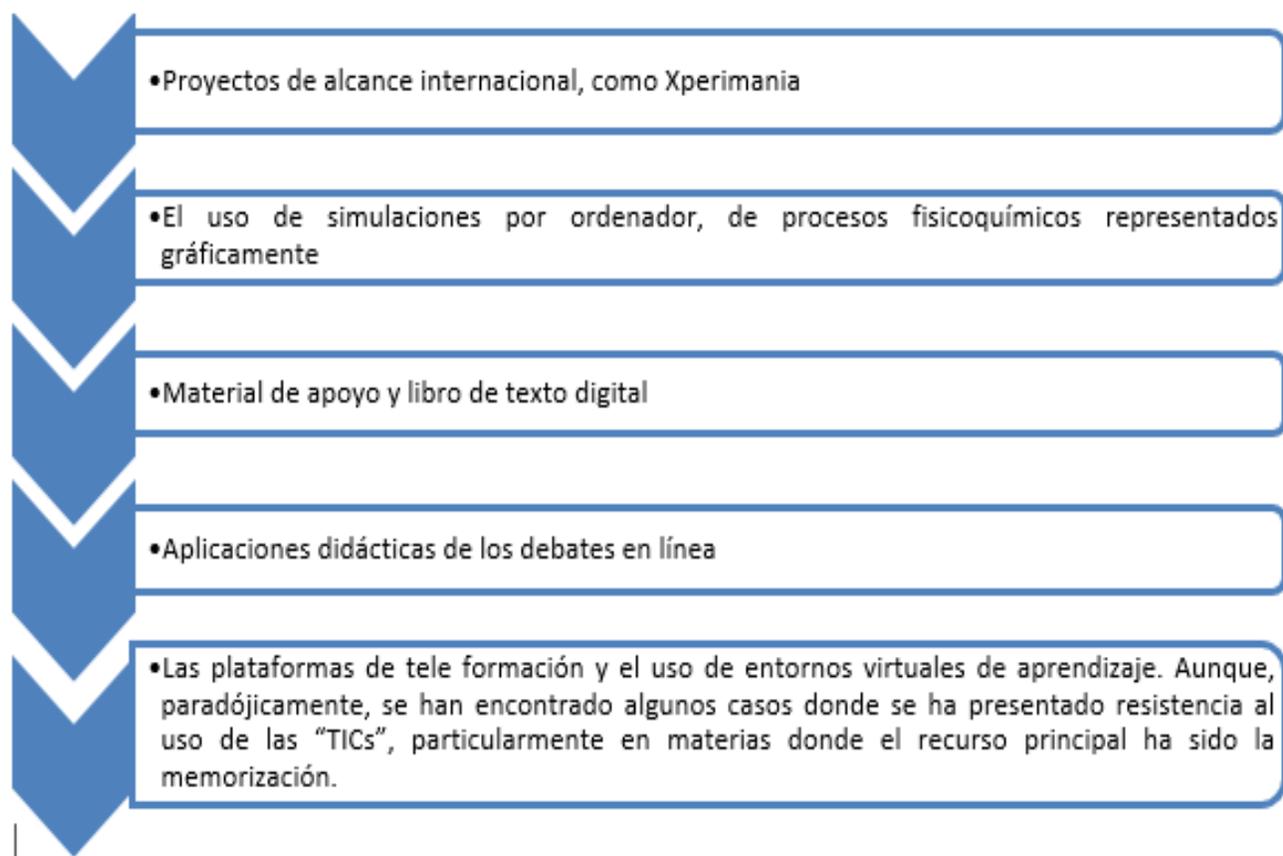
Las herramientas de las TIC son reconocidas como recursos que posibilitan el diseño de diversas estrategias en las prácticas docentes, capaces de originar cambios importantes en los sistemas educativos, ya sea desde campos curriculares específicos como las áreas de informática y tecnología, o como soporte transversal en el resto de asignaturas del plan de estudio como es el caso del área de ciencias naturales y educación ambiental. Las TIC introducen nuevas metodologías tanto para la educación general como la científica en particular

Se ha comprobado que los jóvenes actuales tienen más desarrollado el canal visual, y un acercamiento hacia lo

lúdico, debido al tiempo que han sido expuestos a las nuevas tecnologías de la comunicación, desde temprana edad. Así mismo, se ha demostrado que en el aprendizaje de la Química orgánica, la cognición viso espacial es de vital importancia. Aunado a lo anterior, los estudiantes quieren crear usando las herramientas de su tiempo, trabajar con sus compañeros tomando sus propias decisiones y compartiendo el control, no sólo en su clase sino también conectándose con otros jóvenes alrededor del mundo para compararse y competir entre ellos; además quieren que los conocimientos adquiridos sean aplicados inmediatamente en algo real.

En el nuevo paradigma educativo es relevante el aprendizaje a través del trabajo cooperativo, en el cual los sistemas multimedia proporcionan valiosas oportunidades, tanto en el aula como por internet (Hernández et al., 2014), (Ver figura 1).

Fig. 1. Usos de las TIC en la enseñanza Química

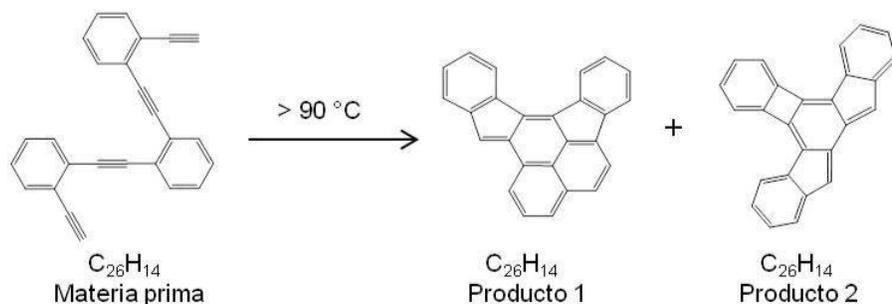


Fuente: (Muñoz-Cano et al., 2012).

Es saludable acotar la importancia que tiene en la enseñanza de la Química la utilización de una forma frecuente la utilización de imágenes para facilitar la comprensión de conceptos, se evidencia en que los libros modernos de Química Orgánica tienen cada vez mayor número de ellas. Históricamente, en el campo de la Química Orgánica se han empleado diversos modelos para representar estructuras moleculares abstraídas a partir de información obtenida experimentalmente y de cálculos teóricos, como en el caso de la estructura del benceno propuesta por Augusto Kekulé a mediados del siglo XIX.

Recientemente se ha socializado las primeras fotografías en alta definición obteniéndose imágenes detalladas de las estructuras de moléculas participantes en una reacción química donde se ha podido determinar los movimientos atómicos que ocurren en ella. Estas imágenes que muestran anillos de benceno, corresponden cabalmente al modelo propuesto por Kekulé (Ver figura 2).

Fig. 2. Modelo de Kelulé en la enseñanza Química



Fuente: Elaboración propia, a partir del modelo de Kelulé.

Sobre la base de las consideraciones anteriores en el campo de la química como el resto de las ciencias además de su contenido científico, puede aportar un cierto sentido artístico; basta revisar la literatura química actual para descubrir esto., por lo que las nuevas tecnologías permiten, que los procesos cognitivos tengan un mayor papel en el aprendizaje de materiales educativos y científicos complejos.

En las revisiones realizadas; varios autores (Aparicio et al., 2018; Beltran et al., 2018) alistan algunas alternativas complementarias validas que brindan ventajas los laboratorios virtuales como:

- El trabajo se realiza en un ambiente de enseñanza e investigación protegido y seguro.
- Se realiza con los estudiantes un trabajo tanto individual como grupal y colaborativo.
- Brinda a las estudiantes prácticas que por su costo no tendrían acceso en todos los colegios.
- Posibilita la reproducción los experimentos un número elevado de veces.
- Ampliar el concepto de laboratorio al aula de clase a través del uso de una computadora en inclusive al domicilio de cada estudiante.
- Permite grabar los procesos seguidos durante la realización de la práctica por los estudiantes y obtener sus registros a fin de observarlos cuantas veces se requiera.
- Requiere de menos inversión de tiempo para la preparación de las experiencias y la recogida de los materiales. Además de estas ventajas, los LVQs también cuentan con dos enormes virtudes adicionales ya que permiten incrementar la motivación de los estudiantes debido a dos causas:
 - a) Las actitudes positivas que muestran hacia entornos tecnologizados
 - b) La habilidad que inicialmente tienen en el manejo de simuladores e instrumentos informáticos, los estudiantes se encuentran totalmente capacitados para desenvolverse rápida y fácilmente en este tipo de entornos tecnológicos.

Se puede resumir que en el campo específico de la Química orgánica, las TIC han dado valiosos aportes como herramienta de trabajo para la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina; entre los aportes: están la posibilidad de realizar simulaciones de procesos y prácticas de laboratorio, el ayudar a la modelización y representación gráfica de determinados fenómenos, el apoyo a la activación y desactivación de moléculas en tres dimensiones, realizar relaciones visuales entre los modelos moleculares en dos o tres dimensiones e intercambio de información.

Asimismo, el profesor Orlik (2002) en su libro métodos y enseñanza de la Química, presenta ampliamente los beneficios del uso de los computadores e Internet en la enseñanza de la Química, resaltando la importancia de desarrollar software adecuados para la óptima aplicación de esta tecnología a nivel de esta tecnología de la educación. También manifiesta que el internet como aula virtual de química necesitan tener los siguientes recursos para su funcionamiento: planes y programas de estudio, biblioteca virtual, herramienta para la evaluación, videoconferencia, tutorías, simulaciones de laboratorio de Química.

Se afirma que la incorporación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación a la enseñanza de la Química contribuye en parte a familiarizar el sujeto con las relaciones que actualmente sostiene la ciencia Química con

la tecnología y la sociedad de la información, y contribuye a su alfabetización científica y a su formación como ciudadanos. Los estudiantes se vuelven personas más autónomas en la toma de decisiones (Martínez-Arguello et al., 2018).

Se realizó una investigación en la Maestría en Educación cuyo objetivo fue el diseño, evaluación e implementación de una estrategia didáctica basada en las TIC para la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos de Química orgánica, dirigida a estudiantes de educación secundaria. Los resultados fueron analizados por las Pruebas No Paramétricas de Mann-Whitney y de los Rangos con Signo de Wilcoxon, las cuales evidenciaron la incidencia significativa de las TIC en el aprendizaje de la química orgánica y aunado a ello se evidenció el impacto que tuvo la estructura de la estrategia didáctica y su aplicación, al observarse un aprendizaje significativo (González, 2011).

Es imprescindible hoy en día que un docente de Biología tenga conocimientos en Química dado que las condiciones laborales exigen a los profesionales encargarse de los cursos tanto de biología como de química razón por la cual una buena adquisición de conceptos y de nociones de química le permitirá competir en el mundo laboral. Barrera Cobos en su investigación se trazó como objetivo utilizar otras metodologías de aprendizaje para que los estudiantes observaran la relación entre la teoría y la práctica, y de estas con las moléculas que hacen parte de los sistemas biológicos y utilizaran las TICs para fomentar las competencias genéricas y específicas del curso. Demostrando que los estudiantes lograron apropiarse del conocimiento relacionando los contenidos con moléculas biológicas y se apropiaron de otras formas de difusión de conocimiento utilizando TIC (Barrera, 2017).

Según Salazar (2020) en la enseñanza de la química orgánica existen un número de temáticas muy complejas como: la tabla periódica donde se hace imprescindible tratar los nombres, símbolos, periodos, familias y características así también compuestos químicos. En su investigación logra unir la gamificación con las TIC, creando espacios más dinámicos atractivos y divertidos, demostrando un aprendizaje más significativo por parte de los estudiantes.

De la misma manera un equipo de estudiosos de la temática de la Universidad de Guadalajara, México Jazmín del Rocío Soltero Sánchez, hacen una propuesta de enseñanza que ofrece la posibilidad de incorporar al proceso de aprendizaje-enseñanza, ambientes virtuales con los cuales los estudiantes se encuentran familiarizados. Los resultados del estudio demostraron que la labor compartida entre el trabajo en aula y el uso del blog educativo,

influyeron de forma positiva logrando una mejora y transformación de las actitudes e intereses hacia la Química Orgánica. El Edublog representa un ambiente innovador, capaz de potencializar en los estudiantes la capacidad para relacionar los conceptos aprendidos con su contexto y realidad social (Soltero et al., 2020).

Los hallazgos respaldan la importancia de la temática enseñanza de la química orgánica mediado por las TIC y la misma puede ser utilizado de conocimiento para toda la comunidad científica y sirva también como un medio también para los profesores que imparte la química en las diferentes enseñanzas. Las investigaciones futuras pueden profundizar más en la temática en otros contextos.

Se ha develado nuevos conocimientos a partir de diversas estrategias pedagógicas y didácticas como: el trabajo colaborativo, el uso de herramientas TIC (Aparicio, 2018), el aprendizaje basado en problemas (ABP) o aprendizaje basado en retos (ABR), con el fin de responder a las necesidades que afronta el mundo (Duque-Cardona & Largo-Taborda, 2021). Estas investigaciones han determinado soluciones temporales y evolutivas bajo la definición de estrategias que responden a una educación en emergencia para atender las necesidades y obtener el mejor provecho de las herramientas relacionadas con la tecnología educativa, es allí donde se pone en evidencia la importancia de la relación y articulación entre tecnología y educación.

CONCLUSIONES

La enseñanza y el aprendizaje de la Química Orgánica, al estar mediadas por las TIC, le imprimen calidad en el proceso, optimizando la dinámica de la clase contribuyendo a su mejor comprensión. Esto, debido en parte, a que la Química es una disciplina cuyos modelos y fundamentos teóricos requieren de mucha imaginación para que el estudiante pueda comprender los conceptos abstractos, y es así, como la tecnología puede contribuir, por ejemplo, con las presentaciones de figuras tridimensionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio, S., Flores, E., & Sosa, M. (2018). *La integración de las TIC en las prácticas docentes: una mirada desde la enseñanza de la física y de la química en la educación secundaria uruguaya*. Agencia Nacional de Investigación e Innovación.
- Aparicio Gómez, O. Y. (2018). Las TIC como herramientas cognitivas. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 11(1), 67-80. <https://doi.org/10.15332/s1657-107X.2018.0001.07>

- Barrera Cobos, N. F. (2017). Integración de tic y abp en enseñanza de la química orgánica para estudiantes de licenciatura en biología. *Revista Bio-Grafía Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza*, 10(19), 1157. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7286>
- Beltran, E., Portilla, N., & Buitrago, A. (2018). *Estrategias Metodológicas Para Enseñar Y Aprender Química Utilizando TIC*. [Tesis de Grado. Universidad Cooperativa de Colombia]
- Bonifacio, E. N. C., Zuta, P. M., González, Y. S., & Rivas, P. de la C. R. (2024). Interactive Experiential Model for the Development of Digital Teaching Competence in Regular Basic Education. *Revista Conhecimento Online*, 1. <https://doi.org/10.25112/rco.v1.3507>
- Duque-Cardona, V. & Largo-Taborda, W. A. (2021). Desarrollo de las competencias científicas mediante la implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) en los estudiantes de grado quinto del Instituto Universitario de Caldas (Manizales). *Panorama*, 15(28), 143-156. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v15i28.1821>
- Gellon, G., Feher, E., Furman, M., & Golombek, D. (2018). *La ciencia en el aula*. Siglo Veintiuno.
- González Arteaga, L. (2020). *La aplicación e implementación de las TIC en el alumnado con NEE*. Repositorio UNAM
- González Llanos, J. (2011). Estrategia didáctica con mediación de las tic, propicia significativamente el aprendizaje de la Química Orgánica en la educación secundaria. *Escenarios*, 9(2), 7-17.
- Hernández, M. R., Rodríguez, V. M., Parra, F. J., & Velázquez, P. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación (tics) en la enseñanza-aprendizaje de la química orgánica a través de imágenes, juegos y video. *Formación Universitaria*, 7(1), 31-40. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062014000100005>
- Martínez-Argüello, L. D., Hinojo-Lucena, F. J., & Díaz, I. A. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje por parte de los Profesores de Química. *Información Tecnológica*, 29(2), 41-52. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000200041>
- Muñoz-Cano, J. M., Córdova, J. A., & Priego, H. (2012). Dificultades y facilidades para el desarrollo de un proceso de innovación educativa con base en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). *Formacion Universitaria*, 5(1), 3-12. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062012000100002>
- Murillo Palacio, W. (2016). *Propuesta para la enseñanza de los fundamentos de la química de los hidrocarburos mediada por TIC en la IE Francisco Luís Hernández Betancur*. [Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia].
- Orlik, Y. (2002). *Química: Métodos de enseñanza y aprendizaje*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Salazar, M. (2020). *Implementación de la gamificación como estrategia en la enseñanza de la química*. [Tesis de grado. Universitat Oberta de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/10609/122086>
- Soltero Sánchez, A. L. A., Gutiérrez González, P., & Soltero Sánchez, J. del R. (2020). Motivación hacia el aprendizaje de la Química Orgánica en una Ingeniería de perfil no químico, mediante el apoyo de un Edublog. *Revista Internacional de Aprendizaje En Ciencia, Matemáticas y Tecnología*, 1(1). <https://journals.eagora.org/revEDUMAT/article/view/1020>
- Suárez Navarro, M., Lemos García, R., & De Armas Urquiza, R. (2021). El aprendizaje de la química con apoyo de las TICs: ¿necesidad u oportunidad? *Revista Conrado*, 17(83), 222-231. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442021000600222&script=sci_arttext&tlng=en
- Uribe López, M. (2020). *Uso de las TIC en la Enseñanza Aprendizaje de la Química Orgánica*. [Tesis de grado. Universidad Tecvirtual].