

Recursos de Educación Digital Abierta para la enseñanza de la Química Orgánica: Una revisión bibliográfica sistemática

Páez, Lorena Andrea ⁽¹⁾, Quintero, Teresa ⁽²⁾, Lorenzo, María Gabriela ⁽³⁾

¹IES Simón Bolívar, Córdoba Capital, Argentina;

²Universidad Nacional de Río Cuarto: Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Río Cuarto, Córdoba, Argentina;

³CONICET-Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Bs. As., Argentina.

¹lorenapaez024@gmail.com ²tquintero@exa.unrc.edu.ar ³glorenzo@ffyb.uba.ar

Resumen

La siguiente revisión bibliográfica sistemática tiene como finalidad aportar una síntesis de las contribuciones de investigaciones publicadas en distintos repositorios digitales realizadas en torno a la implementación de diferentes Recursos Educativos Digitales Abiertos para la enseñanza de la Química Orgánica durante el periodo 2019 – junio 2023. Estos precedentes son de gran interés ya que en la provincia de Córdoba los Institutos Superiores de Formación docente desarrollan sus clases dentro de una modalidad combinada y se considera relevante analizar y reflexionar sobre diferentes estrategias didácticas innovadoras que posibiliten la enseñanza y el aprendizaje de la Química Orgánica de una manera más significativa, aprovechando los diferentes entornos de enseñanza. Para ello se ha seguido un método de revisión sistemática documental denominado PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses). En los documentos se revelan resultados satisfactorios de la implementación de recursos educativos digitales en la enseñanza de la Química Orgánica, identificándose mayores porcentajes de participación activa y conceptualización por parte de los estudiantes, promovidos por el interés y simpatía con las tecnologías, fomentando a su vez el desarrollo de habilidades científico - tecnológicas.

Palabras clave: Enseñanza de la Química Orgánica; Formación del Profesorado; Modalidad combinada; Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje.

Introducción

En estas últimas décadas las tecnologías digitales han permeando entre las experiencias de enseñanza en los diferentes niveles educativos. Fue notoria y cobró relevancia su inclusión durante la pandemia debida al COVID 19 notándose que el sistema educativo, en nuestro país, no estaba preparado para un cambio de tal magnitud (Andreoli, 2021). En ese contexto, los docentes generaron rápidamente innovaciones en sus propuestas de enseñanza incorporando el uso de tecnologías que posibilitaron la adecuación a los entornos digitales. Aunque hay que tener en cuenta que, en la enseñanza de la química, como en toda disciplina de carácter experimental, se desencadenan ciertas dificultades en su aprendizaje, si no se dispone de estrategias de enseñanzas y de herramientas tecnológicas apropiadas que armonicen en estos entornos virtuales (Idoyaga et al, 2021). Actualmente, postpandemia, en las Instituciones de Educación Superior (IES) e Instituciones Superiores de Formación Docente (ISFD) de la provincia de Córdoba se ha abandonado la modalidad de enseñanza remota, para implementar una modalidad *combinada*, donde se entremezclan semanas de encuentros presenciales con otras de encuentros virtuales. Éstos últimos, dependiendo la institución, pueden generarse de manera asincrónica o sincrónica. Los docentes del nivel superior se encuentran con un nuevo escenario, no menos complejo que los anteriores, donde la tecnología debería ser su aliada. Los docentes se han convertido en facilitadores de los aprendizajes y a la vez en diseñadores de Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje -EVEA- (UNESCO, 2021; González y Caiza, 2022). Los EVEA son escenarios educativos disponibles en Internet, construidos por docentes y/o especialistas desde diferentes recursos digitales para facilitar los procesos didácticos, en nuestro país de preferencia se utilizan entornos gratuitos. En ese sentido, Santos-Hermosa y Abadal (2022) explican que los Recursos Educativos Abiertos (REA), también llamados Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA), se consideran una potencial fuente pedagógica, con resultados alentadores en la adquisición de saberes y habilidades con tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Los REA pueden ser adaptados a los EVEA teniendo en cuenta los requerimientos de los estudiantes de una manera innovadora y situada.

En relación con ello en este trabajo se plantean preguntas tales como: ¿Han estado los docentes implementado estos recursos educativos en sus clases de Química Orgánica (QO)? ¿Qué tipo de REDA son los que prefieren para ello? ¿Qué se sabe sobre el uso de estos recursos en la enseñanza de QO?

Cabe aclarar la diferencia entre la QO, con otros espacios curriculares u otros dominios del conocimiento, la química ha tenido que enfrentar el desafío de poseer un carácter preponderantemente experimental, esto ha interpelado a los docentes que lo deben de considerar para su adecuación en los entornos educativos virtuales, ya que los modos de acceder al conocimiento, conjuntamente con los procedimientos intelectuales y habilidades sensoriomotrices que se promueven desde estas experiencias prácticas son requeridas para la formación profesional de los futuros profesores, como también para promover una formación científica para la ciudadanía (Lorenzo, 2020; Idoyaga y Lorenzo, 2023).

Farré (2020), al inicio de la pandemia, nos acercaba un raconto de REDA para la enseñanza de la química, con sus respectivas descripciones y enlaces, para facilitar a docentes a detectar la utilidad de cada uno. Entre ellos se encuentran laboratorios virtuales, simuladores, demostraciones en videos, páginas de textos y libros digitales, animaciones, graficadores y programas para la escritura de fórmulas y videos de didáctica de las ciencias y/o química, como así también páginas de asociaciones de químicos, conferencias y seminarios. Como objetivo de esta revisión sistemática documentada se espera reconocer la implementación de éstos en propuestas y/o estrategias didácticas para la enseñanza de la QO, y asimismo poder ampliar la lista de recursos presentados por la autora, específicamente aquellos dirigidos a la enseñanza de la química orgánica (QO).

Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica sistemática con un enfoque mixto, que incluye un análisis cualitativo y descriptivo de los contenidos encontrados en el periodo enero de 2019 a junio de 2023, conjuntamente con un análisis cuantitativo del proceso realizado. La metodología utilizada fue *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*, conocido por la sigla PRISMA, que estandariza acciones y gráficas para la selección y evaluación de artículos y/o documentos, permitiendo adaptar la técnica a distintas disciplinas, para su posterior análisis y síntesis. Hace unos años esta técnica fue actualizada, utilizando por esa razón la Declaración PRISMA 2020 (Page et al., 2021). La búsqueda de la bibliografía se realizó durante el mes de junio, desde los buscadores digitales *Redalyc*, *Scielo*, *Google Scholar*; y ya que el método PRISMA permite añadir documentos desde otras plataformas y/o sitios web, se procedió a seleccionar algunos artículos desde el repositorio digital del sitio de CONICET, quien es el principal

organismo de promoción e investigación científica tecnológica en Argentina y reúne la producción de esas actividades para su consulta libre y gratuita.

La fórmula que se introdujo en estos buscadores incluyó las siguientes frases, con los debidos conectores: “Enseñanza de la química orgánica” + “Recursos educativos digitales abiertos” o “Entornos virtuales”. La selección final de los artículos y/o documentos fueron resultados de una serie de inclusiones y exclusiones para refinar la búsqueda a la temática investigada en cada fase aplicada. En la fase de identificación los criterios de inclusión están acordados por: (1) Temas que se relacionen con la Enseñanza de la química orgánica que incluyan REDA o EVEA, (2) Publicaciones entre el intervalo de tiempo 2019-2023, quedando excluidos todos aquellos documentos que no guarden relación a ello.

En lo que respecta a la fase de cribado se determinaron en una primera instancia por título y palabras claves:

- Debe incluir “Entornos de enseñanza y aprendizaje, Recursos digitales o TIC en temáticas de Ciencias Naturales, Química o Química Orgánica”.

Posterior a ese cribado, se procedió a leer los documentos. En este punto se excluyeron teniendo en cuenta cuatro razones:

- Razón 1: El documento no presenta REDA como estrategia didáctica.
- Razón 2: El documento no está direccionado al campo de las Ciencias Naturales.
- Razón 3: El documento no desarrolla REDA específicamente para la Química Orgánica.
- Razón 4: El recurso digital aplicado en la investigación no es abierto.

Resultados

De la primera fase de la revisión documentada, que corresponde a la de identificación, se obtuvieron un total de 772.662 documentos entre los que se encuentran trabajos finales de tesis, citas, artículos, congresos, entre otros. De la serie de exclusiones realizadas por el sistema -rango de años e idioma, y por disciplina educación y química solamente en Redalyc-, se procedió a la selección humana acordada por el equipo, en donde por el análisis del título, las palabras claves que se destacan en negrita en el buscador y la lectura de los resúmenes, se garantiza una relación del conjunto de los datos con la fórmula propuesta (Ciriaco, Jones y Pereyra, 2020) y del proceso se excluyeron documentos considerando las cuatro razones antes mencionadas, por ello quedaron solo veintiún escritos (en el Anexo se presentan sus referencias).

Cabe destacar que los documentos obtenidos del sitio de CONICET no se alcanzaron mediante la fórmula antes indicada, ya que de esa manera no se encontraron resultados y por esa razón se usó la fórmula “TIC” y “Química”, de este modo se obtuvieron veinte y nueve resultados. Se excluyó solamente por análisis de título y palabras claves, quedando un artículo. En la figura 1 se puede visualizar el diagrama de flujo de la revisión y la cantidad final de documentos seleccionados.

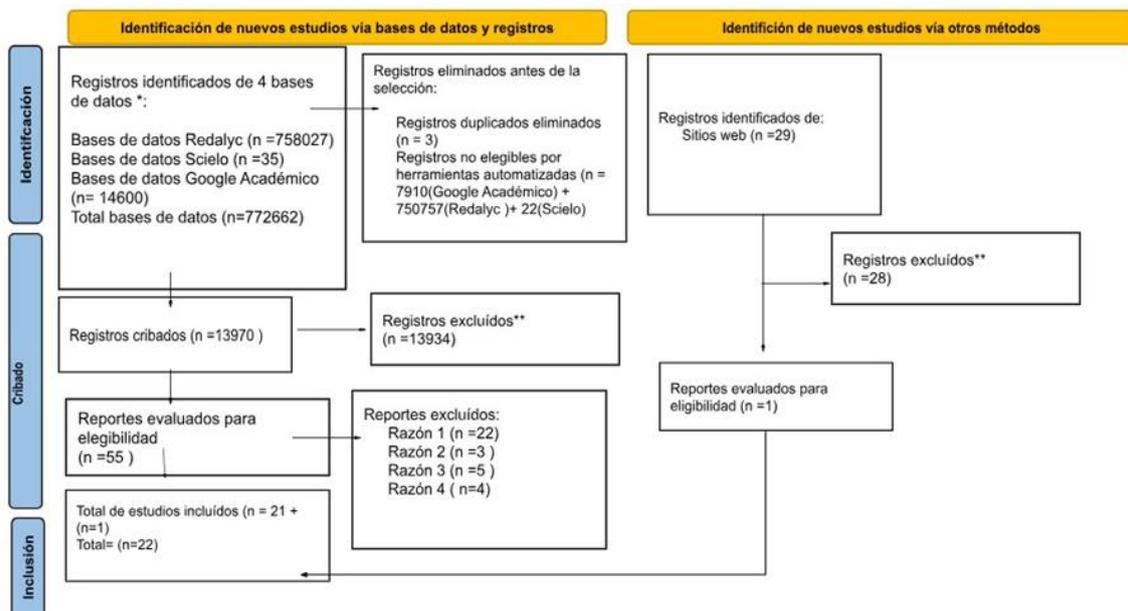


Figura 1. Diagrama de flujo de la revisión bibliográfica a través del Método PRISMA.
Adaptada de <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram>

De los escritos excluidos por las razones mencionadas, destacamos dos investigaciones excluidas por la razón 4 (no posibilita un acceso gratuito y abierto del REDA) debido a la innovación y resultados positivos obtenidos, uno es de Realidad Virtual y otro de Laboratorios Remotos en la enseñanza de las Ciencias Naturales (Suárez Ochoa, 2020; Idoyaga y Lorenzo, 2022).

Se encuentran documentos que implementan diferentes Apps y que mencionan el uso de recursos digitales de gamificación como estrategia para la enseñanza (LLano Jiménez, 2021; Basurto Santos, Lescay Blanco, 2022; Calderón Jiménez, 2020; González Caiza, 2022, Cungachi Solano y Ochoa Encalada, 2022) como lo son *Hidrocarburos: Las estructuras y fórmulas químicas* de Andrey Solovyev, *Quimidroid*, *Tritación Color Change*. De ellos solo se pudo acceder al primero, que ahora es *Grupos funcionales en química*, que presenta un gran potencial para la enseñanza de los diferentes grupos funcionales de forma lúdica.

Además, se identificaron investigaciones en donde se diseña realidad aumentada desde plataformas como UNITY, para posteriormente ser explorados desde otros recursos digitales que permiten visualizar imágenes 3D como App Vuforia (Angarita Rodríguez, 2019; Dettorre et al., 2021; Rodríguez González, 2020), pero no son presentados como REDA, ni presentan enlaces a los desarrollos realizados.

De los REDA presentados por Farré (2020) se visibiliza en los documentos el uso de los simuladores virtuales de PheT Colorado (Arroba Arroba y Alejandro, 2021) y recursos digitales de escritura de fórmulas, como Avogadro y ChemSketch (Aguilar Sosa, 2019; Delgado Tapia, 2020; Becerril Morales y Mendoza Gonzáles, 2022). En tabla 1 se muestran aquellos REDA implementados en los documentos seleccionados que se consideran novedosos y que pueden sumar a la lista presentada por la autora.

Tabla 1. REDA con enlace identificados en publicaciones entre 2019-2023

| Referencia | Tipo de Documento | REDA implementado | Contenidos de química orgánica desarrollados | Enlace al sitio/plataforma |
|--|-------------------|---|---|---|
| Cortez Rodríguez, F., Aguirre Pranzoni, C. B., Principe, A. y Abriata, L. (2021) | Artículo | Realidad Aumentada, con la utilización de marcadores o sin ellos- MolecuAR web | Geometría molecular, estereoquímica, quiralidad, interacciones moleculares | https://molecularweb.epfl.ch |
| Bustillo, Ferrer (2022) | Tesis | Realidad aumentada con marcador-Aumented | Reconocer moléculas orgánicas en 3D | https://aumented.com/ |
| Chalco Naranjo (2022) | Tesis | Plataforma Fisher Scientific | Formulación digital (uso de software) de moléculas orgánicas. | https://www.fishersci.es/es/en/search/chemical/substructure.html |
| Russi Rodriguez, (2021). | Tesis | Simulador UNAM | Identificación de grupos funcionales | http://www.objetos.unam.mx/ |
| Marcano Godoy y Keiber, Cedeño, (2019). | artículo | Simulador UNAM | Identificación de grupos funcionales | http://www.objetos.unam.mx/ |
| LLano Jiménez (2021). | Tesis | Chemcollective (Laboratorio Virtual); Molview (Dibujar moléculas orgánicas); Educaplay (VideoQuiz)(Educaplay), Apps | Técnicas de laboratorio, Estructuras orgánicas, carbono y compuestos orgánicos. Hidrocarburos | https://chemcollective.org/activities/vlab/2 , https://molview.org/ ; https://es.educaplay.com/recursos-educativos/?q=&course=406&subjects=328 |

Finalmente también existen investigaciones sobre la enseñanza de la QO mediada por herramientas tecnológicas, en donde se diseñaron EVEA, desde plataformas institucionales o blogs, para la mejora de la enseñanza-aprendizaje (Suárez Navarro, Lemos García y Armas Urquiza, 2021; Mondragón Páez, 2020 y 2022, Saavedra Camacho, 2021; García, 2022) que proponen sólo recursos de presentación como *Genial.ly*, *Power point*, videos, entre otros, no destacándose algún REDA novedoso para la enseñanza de la QO, ni obteniendo enlaces a los EVEA.

Conclusiones

Al realizar la sistematización de la bibliografía se concluye que la implementación de REDA en la enseñanza de la QO, en este periodo de tiempo, no ha sido un campo explotado en demasía, visibilizando pocas adaptaciones didácticas innovadoras. Se ha determinado luego de la lectura de los documentos, que la utilización de herramientas tecnológicas genera un impacto positivo en los aprendizajes de los estudiantes, posicionando a los mismos en roles más activos, facilitando la adquisición e interpretación de la nomenclatura sistemática y contenidos abstractos de la QO.

Consideramos que en estos tiempos es necesario seguir indagando y reflexionando sobre estrategias didácticas que implementen REDA en los diferentes entornos educativos y formativos en relación a la enseñanza de la QO; como también de promover acciones específicas, ya sea de especialistas y/o docentes, en pos de la creación y diseño de nuevas propuestas digitales gratuitas y abiertas para aprovechar el interés que muestran los estudiantes ante el uso de estas tecnologías en la enseñanza de la química orgánica en busca de mejorar los aprendizajes.

Referencias bibliográficas

- Andreoli, S. (2021). Modelos híbridos en escenarios educativos en transición. *Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía (CITEP)*.
- Ciriaco, A. S., Jones, N. B., Pereyra, M. V. (2020). Revisión bibliográfica sistematizada: tendencias y cambios en la enseñanza de la química argentina. *Educación en la Química*, 26(02), 139-152.
- Farré, A. (2020). Enseñar química en tiempos anormales. *Revista Educación en la Química en Línea* 26(1), 49-64.
- González, N. M. Q. y Caiza, Y. E. Q. (2022). Nuevas herramientas y recursos para la enseñanza de la química: experiencias exitosas y desafíos. *Dominio de las Ciencias*, 8(3), 66.
- Idoyaga, I. J., Vargas-Badilla, L., Moya, C. N., Montero-Miranda, E., Maeyoshimoto, J. E., Capuya, F. G. y Arguedas-Matarrita, C. (2021). Conocimientos del profesorado universitario sobre la enseñanza de la química con laboratorios remotos. *Educación química*, 32(4), 154-167. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.79189>

- Idoyaga, I. J. y Lorenzo, M. G. (2023). La educación en ciencias naturales en la universidad intangible. Hacia una buena enseñanza remota de emergencia. REXE. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 22(48),310-326.
- Lorenzo, M. G. (2020). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, 2 (1). <https://doi.org/10.14409/au.2020.21.e0004>.
- Page, M. J. McKenzie J., Bossuyt PM, Boutron I., Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L., Tetzlaff, J. M. y Moher D. E. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*. 74(9).790-799.
- Santos-Hermosa, G. y Abadal, E. (2022). Recursos educativos abiertos. Una pieza fundamental para afrontar los actuales retos de la Educación Superior. *Octaedro*.
- Suárez Ochoa, D. A. (2020). *Prototipo funcional de software multimedia e interactivo de realidad virtual para la enseñanza de compuestos químicos de uso cotidiano* (Trabajo de grado para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas). Universidad Autónoma de Bucaramanga. Bucaramanga, Colombia.
- UNESCO. (2021). *Garantizar un aprendizaje a distancia efectivo durante la disrupción causada por la covid-19: Guía para docentes*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375116_spa

Anexo

Referencias Bibliográficas de las Investigaciones objeto de esta revisión sistemática

- Aguilar Sosa, G. E. (2019). *Estrategias de aprendizaje usando Avogadro para desarrollar aprendizajes de la nomenclatura orgánica en estudiantes del Tercero de secundaria. Institución educativa "San Pedro" El Romero, Mórrope. 2018* (tesis de maestría). Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Maestría en Ciencias de la Educación. Lambayeque, Perú.
- Angarita Rodríguez, A. C. (2019). *Realidad aumentada como recurso de aprendizaje de la química para favorecer actitudes positivas de los estudiantes* (tesis de maestría). Universidad Distrital Francisco J. Caldas. Maestría en Educación en Tecnología. Bogotá.
- Arroba Arroba, M. F. y Alejandro, S. (2021). Laboratorios virtuales en entorno de aprendizaje de química orgánica, para el bachillerato ecuatoriano. *Rev. Científica UISRAEL*, 8(3), 73-96.
- Becerril Morales, F. y Mendoza González, B. (2022). TPACK: innovación en la enseñanza de química durante la pandemia covid-19 en alumnado de bachillerato. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 14(1), 26-51.
- Bustillo, M., y Ferrer, L. (2022). Realidad Aumentada como Tecnología Disruptiva para la Educación de Química Orgánica. En Aveleyra y Proyetti Martino (Coord), *Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos*. 84-97. Ed. Octaedro
- Calderón Jiménez, T. C. (2020). *Las aplicaciones móviles en las prácticas de laboratorio de Química Orgánica del tercer año de bachillerato de la Institución Educativa Fiscal Quito, 2019-2020* (trabajo final de grado). Universidad Central del Ecuador. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación. Quito, Ecuador.
- Chalco Naranjo, J. J. (2022). *La Plataforma Fisher Scientific como estrategia didáctica en la enseñanza de la Química Orgánica en el Bachillerato de la Unidad Educativa Liceo Matovelle, DM de Quito 2021-2022*. (Trabajo de titulación Proyecto de Investigación para el título de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales, mención Química y Biología) Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

- Cortez Rodriguez, F., Aguirre Pranzoni, C. B., Principe, A., Abriata, L., (2021). De átomos y sus orbitales a moléculas y estructuras biológicas, en realidad aumentada adaptada a teléfonos, tablets y computadoras sin instalar programas ni hardware especial. *Química Viva*; 3; 11-2021; 1-13.
- Delgado Tapia, D. E. (2020). *Efecto del uso del software chemsketch en las competencias cognitivas en la asignatura de química orgánica* (tesis de doctorado). Universidad César Vallejo. Chiclayo. Perú
- Detorre, L. A., Galizia, F. y Sabaini, M. B. (2019). Diseño de aplicaciones móviles con Realidad Aumentada para la enseñanza de contenidos de Química Orgánica en el Nivel Universitario. *VIII Seminario Internacional de Educación a Distancia RUEDA*.
- García, A. S. (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. (Trabajo final integrador). UNQ. Bernal, Argentina.
- González, N. M. Q. y Caiza, Y. E. Q. (2022). Nuevas herramientas y recursos para la enseñanza de la química: experiencias exitosas y desafíos. *Dominio de las Ciencias*, 8(3), 66.
- Llano Jiménez, C. A. (2021). *Diseño de entorno virtual de aprendizaje para el fortalecimiento en la asignatura de Química Orgánica desde el modelo de aula invertida* (Trabajo de Titulación para el título de: Magíster en Innovación en Educación). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Fac. de Cs de la Educación. Quito, Ecuador.
- Marcano Godoy, K. A., & Cedeño, M. (2019). Efectos de la gerencia de aula con TIC referido al contenido de enlace químico y sus propiedades en el rendimiento estudiantil en la enseñanza media chilena. *Revista de Investigación*, 43(97),156-176.
- Mondragón Páez, J. S. (2020). *Los Ambientes Virtuales de Aprendizaje y su relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje en química orgánica en el Colegio Mayor de San Bartolomé* (Trabajo final de posgrado). Fundación Universitaria Los Libertadores. Fac. de Ciencias Humanas y Sociales Departamento de Educación. Bogotá, Colombia.
- Mondragón Páez, J. S. (2022). *Enseñanza de la química orgánica desde los trabajos prácticos de laboratorio en ambientes virtuales de aprendizaje* (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencia y Tecnología. Bogotá, Colombia.
- Rodríguez González, A. M. (2020). La Realidad Aumentada (AR) para el aprendizaje de Química Orgánica (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Manizales, Colombia.
- Russi Rodríguez, K. K. (2021). *Reacciones químicas culinarias, una alternativa para la identificación de grupos funcionales* (Trabajo de grado). Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de ciencia y tecnología. Bogotá, Colombia.
- Saavedra, Y. (2021). *Creación de un blog como estrategia didáctica para fortalecer los conceptos básicos de química orgánica como tipos de enlace y grupos funcionales, a partir del diseño de moléculas*. (Tesis de maestría). Corporación Universitaria Minuto de Dios. Bogotá, Colombia.
- Santos, R. D. B. y Blanco, D. M. L. (2023). Estrategia didáctica basadas en el uso de tic para la enseñanza-aprendizaje de la química. *Polo del Conocimiento*, 8(2), 3-34.
- Solano, S. T. C. y Encalada, S. C. O. (2022). Gamificación y enseñanza de la química orgánica en los estudiantes de tercero de bachillerato. *Religación: Revista de Cs. Sociales y Humanidades*, 7(34), 13.
- Suárez Navarro, M., Lemos García, R. y de Armas Urquiza, R. (2021). El aprendizaje de la química con apoyo de las TIC: necesidad u oportunidad. *Conrado*, 17(83), 222-231.