



Didáctica de la química. Alternativas basadas en las tecnologías de la información y comunicación en contextos rurales

Didactics of chemistry. Alternatives based on information and communication technologies in rural contexts

Didattica della chimica. Alternative basate sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione in contesti rurali

Yudi Torres Valencia
Universidad Metropolitana De Educación,
Ciencia y Tecnología - UMECIT
yuditorresvalencia@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2731-6876>

Resumen

La química, es una ciencia que tiene gran importancia en el desarrollo de la humanidad, y se fundamenta, en el estudio de la estructura de la materia y sus reacciones, por lo cual, es necesario la comprensión de su estudio, por lo que, se deben buscar alternativas didácticas para lograr un aprendizaje más significativo, sobre todo en los contextos rurales donde su rendimiento es muy bajo. La inquietud de la investigadora al realizar este estudio, fue la de analizar el desarrollo de la didáctica de la química basada en las TIC en las zonas rurales. El mismo, tuvo como basamento teórico a: Salazar (2019), Reyes (2018), Parga y Piñeros (2018), Molina y Mesa (2018), Cabero et al (2015), Arguedas y Gómez (2015), entre otros. Se desarrolló según el modelo epistémico interpretativo, con diseño documental en el cual se realizó una revisión documental de más de 50 textos, entre tesis doctorales, trabajos de grado, artículos publicados, aplicándose a los mismos un análisis temático. Este ejercicio permitió alcanzar los siguientes resultados: primero, Detectar la accesibilidad de las tecnologías en las zonas rurales, donde se observó poca conectividad a internet, escasa infraestructura computacional, contando con espacios públicos como los cibercafés y los Kioskos Vive Digital. También se pudo evidenciar, la poca apropiación que poseen los docentes sobre los recursos tecnológicos y la resistencia hacia su utilización. Dentro de las investigaciones analizadas, se presentaron varias propuestas didácticas a utilizar en la enseñanza de la química, entre las más mencionadas se tiene: la contextualización de los contenidos, el uso de herramientas tecnológicas, entre otras. Igualmente, se pudieron visualizar varios links que sirvieron de recursos tecnológicos para la enseñanza de la química.

Palabras clave: Didáctica de la química; las tecnologías de la información y comunicación; zona rural.

Abstract

Chemistry is a science that is of great importance in the development of humanity, and is based on the study of the structure of matter and its reactions, for which it is necessary to understand its study, therefore, didactic alternatives must be sought to



achieve more meaningful learning, especially in rural contexts where its performance is very low. The researcher's concern when carrying out this study was to analyze the development of ICT-based chemistry didactics in rural areas. The same, had as theoretical foundation: Salazar (2019), Reyes (2018), Parga and Piñeros (2018), Molina and Mesa (2018), Cabero et al (2015), Arguedas and Gómez (2015), among others. It was developed according to the interpretative epistemic model, with a documentary design in which a documentary review of more than 50 texts was carried out, including doctoral theses, degree works, published articles, applying a thematic analysis to them. This exercise made it possible to achieve the following results: first, Detect the accessibility of technologies in rural areas, where little internet connectivity was observed, little computer infrastructure, with public spaces such as cybercafés and Vive Digital Kiosks. It was also possible to demonstrate the little appropriation that teachers have of technological resources and the resistance towards their use. Within the analyzed investigations, several didactic proposals were presented to be used in the teaching of chemistry, among the most mentioned are: the contextualization of the contents, the use of technological tools, among others. Likewise, it was possible to visualize several links that served as technological resources for the teaching of chemistry.

Keywords: Didactics of chemistry; information and communication technologies; rural zone.

Reassunto

La chimica è una scienza che riveste una grande importanza nello sviluppo dell'umanità, e si basa sullo studio della struttura della materia e delle sue reazioni, per le quali è necessario comprenderne lo studio, pertanto si devono ricercare alternative didattiche per ottenere apprendimenti più significativi, soprattutto in contesti rurali dove il suo rendimento è molto basso. La preoccupazione del ricercatore durante lo svolgimento di questo studio è stata quella di analizzare lo sviluppo della didattica della chimica basata sulle TIC nelle aree rurali. Lo stesso, ha avuto come fondamento teorico: Salazar (2019), Reyes (2018), Parga e Piñeros (2018), Molina e Mesa (2018), Cabero et al (2015), Arguedas e Gómez (2015), tra gli altri. È stato sviluppato secondo il modello epistemico interpretativo, con un disegno documentaristico in cui è stata effettuata una rassegna documentaria di oltre 50 testi, tra tesi di dottorato, lavori di laurea, articoli pubblicati, applicando ad essi un'analisi tematica. Questo esercizio ha permesso di raggiungere i seguenti risultati: in primo luogo, rilevare l'accessibilità delle tecnologie nelle aree rurali, dove è stata osservata poca connettività Internet, poche infrastrutture informatiche, con spazi pubblici come cybercafé e Vive Digital Kiosk. È stato anche possibile dimostrare la scarsa appropriazione che gli insegnanti hanno delle risorse tecnologiche e la resistenza nei confronti del loro utilizzo. All'interno delle indagini analizzate, sono state presentate diverse proposte didattiche da utilizzare nell'insegnamento della chimica, tra le più citate ci sono: la contestualizzazione dei contenuti, l'uso di strumenti tecnologici, tra gli altri. Allo stesso modo, è stato possibile visualizzare diversi collegamenti che servivano come risorse tecnologiche per l'insegnamento della chimica.

Parole chiave: Didattica della chimica; tecnologie dell'informazione e della comunicazione; zona del paese.



Introducción

El estudio de la química, ha traído innumerables beneficios a la humanidad, definiéndose como “la ciencia a que estudia la estructura de la materia y sus reacciones” (Tejada et al. 2013, p.145), por lo tanto, la forma de enseñarse debe basarse en metodologías que permitan al estudiante, consolidar su conocimiento, así como, fomentar una actitud positiva hacia la prosecución de carreras relacionadas con esa área. Con relación a su didáctica, se ha observado en investigaciones realizadas, la necesidad de asumir otras estrategias para una mejor comprensión de esta área, como: la contextualización de los contenidos, la utilización de herramientas digitales, entre otras.

La comprensión de esta área, ha tenido sus dificultades que se reflejan en el bajo rendimiento académico y su rechazo hacia ella. Al respecto, se ha podido evidenciar un alto nivel de dificultad en la educación básica a través de los resultados de las pruebas realizadas tanto a nivel nacional como internacional, entre ellas, la Pruebas Saber y las Pruebas PISA (Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos), donde, no solo se refleja el índice académico en las áreas de lengua, matemática y ciencias, sino también, factores sociodemográficos, familiares y escolares, que pueden influir en su rendimiento. (OCDE, 2016), agudizándose más la problemática en estudiantes pertenecientes a comunidades indígenas (Coley-Graham, 2019).

Al respecto, Ipuz y Parga (2014), señalan algunos factores internos y externos que influyen en el proceso de enseñanza aprendizaje de la química, entre algunas dificultades mencionan: un currículo poco contextualizado a las necesidades de los estudiantes, resistencia al cambio de sus prácticas docentes con el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC), actitudes negativas frente a su estudio y a la falta de alfabetización tecnológica. De igual manera, Neira (2015), menciona otros factores como, las estrategias tradicionales memorísticas utilizadas por los docentes, y el poco interés de fomentar actitudes positivas hacia su aprendizaje.

Según Parga y Piñeros (2018), Lombo (2019), entre otros, plantean la enseñanza contextualizada de la química para generar en el estudiante motivación hacia su



aprendizaje, donde se observe su aplicabilidad y la utilidad de la tecnología en la comprensión de su conocimiento. Por eso, la nueva forma de enseñarla debe centrarse en estrategias didácticas, dirigidas a formar al estudiante de acuerdo a las competencias que deben poseer los ciudadanos tanto en conocimientos del área en específico, como, en habilidades tecnológicas, para estar a la par con estos adelantos.

En la actualidad, el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC), ha incursionado en todos los campos del saber, impactando en el campo educativo, mostrando sus bondades en la forma en cómo se abordan los nuevos conocimientos, facilitando la información, reduciendo la brecha digital, facilitando la equidad social, pero, estas tienen sus limitaciones, ya que, se necesita contar con equipamiento, internet, formación del docente para lograr un buen uso de ellas (Villota et al. 2019), así como, la aceptación al cambio hacia su utilización (Martínez, 2017).

La incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza sobre todo en el área de la química (área que ocupa este estudio) ha resultado favorable en su aprendizaje, aunque, de acuerdo a resultados de las pruebas internas (Pruebas saber), existe un porcentaje muy bajo en el rendimiento en esta área, sobre todo en los contextos rurales (Coley-Graham, 2019).

A pesar de todos los esfuerzos realizados por el gobierno nacional de Colombia, las instituciones oficiales en las zonas rurales, presentan dificultades de conectividad e infraestructura tecnológica, al igual, la capacitación tecnológica por parte de los docentes para conseguir apropiarse de las mismas y utilizarlas con mejor pertinencia en la praxis educativa. Del mismo modo, los estudiantes no cuentan en sus casa con dispositivos tecnológicos e internet, contando solamente con los llamados Kioscos digitales, haciéndose evidente una brecha digital en estos contextos (Molina y Mesa, 2018).

Atendiendo a las consideraciones expuestas, nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Cómo han logrado los docentes incorporar las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje en los contextos rurales? Por lo tanto, nos planteamos el siguiente objetivo: Analizar el desarrollo de la didáctica de la química basada en las TIC en las zonas rurales.

Fundamentos teóricos

La didáctica de la química

El estudio de la química, ha presentado ciertas dificultades en su aprendizaje, motivado a una enseñanza centrada en una metodología donde se utiliza mayormente el método expositivo y repetitivo (Perozo, 2016), En tal sentido, Rodríguez (2013), manifiesta que los docentes tienen el reto de facilitar estrategias para un mejor acceso al aprendizaje de la química a través de procesos donde el ser humano realiza en su interacción con el mundo.

Por consiguiente, la educación en el área de química debe orientarse a la formación de estudiantes con capacidad de comprender su aplicabilidad científica y social, para lograr una alfabetización científica y tecnológica, lo cual, debe promover el docente a través del enlace entre el conocimiento pedagógico del contenido (CPC) y el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK) (Cabero et al., 2015). La didáctica de las ciencias, brinda procedimientos de enseñanza-aprendizaje que van a permitir identificar problemas, replantear y consolidar estrategias de una disciplina (Carriazo y Saavedra, 2004).

Se han venido planteando varias formas de abordar la didáctica para una mejor comprensión de la química; entendida esta, como la ciencia que estudia “la dinámica, compleja y cambiante del proceso de enseñanza–aprendizaje”, así como sus métodos, técnicas y procedimientos, para estimular el desarrollo del conocimiento (Abreu et al., 2018, p. 81).

En investigaciones realizadas, se han propuesto varias herramientas didácticas como: mapas, modelos mentales, el modelo de pedagogía conceptual (Tejada et al., 2013). Otros investigadores, la soportan en la contextualización de su enseñanza (Rodríguez, 2013; Parga-Lozano y Piñeros-Carranza, 2018); otras, consideran que se debe propiciar el aprendizaje a través de la indagación (Hernández, 2012); con el soporte de las herramientas tecnológicas como: el aprendizaje móvil o m-learning (Torres et al, 2017), flipped classroom (Salazar, 2019); Simuladores y laboratorios virtuales (Montoya, 2015), laboratorios remotos (Arguedas y Gómez, 2015), entre otras.



Uso de las tecnologías de la información y comunicación como herramientas de apoyo al aprendizaje de la química en las escuelas rurales

El fortalecimiento de los aprendizajes con la utilización de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la educación, es cada día más evidente en investigaciones realizadas donde se presentan una gama de herramientas digitales que pueden ser utilizadas como apoyo en la enseñanza. La UNESCO, ha reconocido su importancia y ha promovido políticas digitales para lograr “una educación inclusiva, equitativa y de calidad” (Siteal, 2019, p. 1).

De acuerdo al Plan Nacional de las tecnologías de la información y las comunicaciones (PNTIC 2008-2019), son: “el conjunto de herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes” (p.3), las cuales han permitido interactuar a las personas y darles oportunidades a grandes grupos de la población tener acceso a la educación. Según Cabero (2010), las TIC se han convertido en una alternativa que ofrece entornos de aprendizaje flexibles, donde se incrementa la comunicación.

Estudios realizados, señalan que las TIC favorecen los procesos de enseñanza aprendizaje e inciden favorablemente en la motivación de los estudiantes, además de alfabetizarse tecnológicamente (González et al., 2017; Benítez, 2017, entre otros), estableciéndose el rol del docente como mediador de los aprendizajes y el del alumno, un ser participativo, reflexivo y crítico (Martínez y Ávila, 2014).

Al respecto, Pontes (2005, citado por Hurtado 2013) establece tres funciones formativas de las TIC, las cuales se cumplen a través de los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Conceptualmente, se logra al facilitar el acceso a la información, favoreciendo el aprendizaje de conceptos; procedimental, aprende procedimientos científicos y desarrolla destrezas intelectuales y la parte actitudinal, favorece la motivación y desarrollo de actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias.

El uso de la tecnología con fines educativos ha sido considerado por el gobierno de Colombia como una prioridad para lograr el objetivo de hacer del país, “el país mejor educado de América latina en el año 2025” (MEN, 2015), contribuyendo, además, a reducir la brecha digital, sobre todo en los sectores más vulnerables, por lo que, se han implementado una serie de programas que han permitido dotar



escuelas y alumnos con recursos informáticos, con la finalidad brindar acceso a la tecnología y fortalecer las competencias en esta área.

Dentro de los programas implementados por el gobierno se tiene: Vive digital Colombia, Computadores para educar, tutoriales para diferentes áreas del conocimiento y bases de datos científicas (MINTIC, 2012), telefonía accesible, conectados con la sordoceguera-conectando sentidos, agenda de conectividad (PNTIC, 2008-2019), entre otros, lo cual permite democratizar el acceso a las TIC. De igual manera, se les brindó adiestramiento a los maestros para incorporarlas en las diferentes áreas disciplinares, para lograr el objetivo planteado, un país más educado (Martínez-Argüello et al., 2018).

En las zonas rurales, la incorporación de las TIC en el contexto educativo ha presentado dificultades para garantizar a los estudiantes el acceso a internet, por lo que, se han implementado los llamados Kioscos Vive Digital, muchos de ellos ubicados en los mismos establecimientos educativos, los cuales funcionan en horario extracurricular; contando con un asesor, que ayuda en las actividades de alfabetización digital (García, 2015).

La implementación de las TIC en contexto educativo, requiere de tres aspectos esenciales, tal como lo señala (Román, 2008, citado por Cortes, 2016): “a) la planificación, b) las características del profesor (personales, actitudinales, satisfacción, expectativas, creencias) y c) la estructura tecnológica y los recursos” (p. 50). Donde, el papel del profesor es determinante para la efectividad de las mismas, por ser la persona que diseña los ambientes de aprendizaje, y selecciona el tipo de recurso pertinente para el logro de los mismos. Por lo tanto, debe poseer no solo el dominio del conocimiento disciplinar, sino, el conocimiento tecnológico pedagógico de contenido (TPACK, Ortega, 2020), así como, el dominio en la usabilidad de las herramientas digitales (Valle, 2017).

Al respecto, Maurel et al. (2014) nos muestran una serie de ventajas que presenta el estudio de la química con el uso de las TIC. Primeramente, señala la alta motivación que presentan hacia la lectura de la teoría, para justificar la práctica. Suplen la falta de laboratorios en las instituciones, Enriquece las prácticas pedagógicas convirtiéndolas en innovadoras. Un gran número de estudiantes pueden utilizarlos. Se puede acceder a un gran número de prácticas. Se puede realizar experimentos sin riesgo alguno. Los estudiantes pueden flexibilizar el



horario de aprendizaje. Se puede realizar la misma práctica varias veces. Los estudiantes aprenden mediante ensayo y error, sin miedo a sufrir o provocar accidentes, van gestionando y construyendo su aprendizaje, permitiéndoles transformar los procesos de enseñanza aprendizaje.

Existe una serie de herramientas tecnológicas que pueden ser utilizadas para la enseñanza de la química, entre ellas, se cuenta con una variedad de plataformas, laboratorios virtuales (software Crocodile Chemistry), (Brovelli et al., 2018), simuladores, la realidad aumentada (Grapsas, 2019), páginas web interactiva (Link de la página web de la universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.objetos.unam.mx/>); (Marcano y Cedeño, 2019), entre otros.

Al respecto, Martínez-Argüello et al. (2018), presenta un listado de programas que pueden ser utilizados para la enseñanza de la química en el nivel de bachillerato, entre ellas: VLabQ, MoviLab, WebLab Viewer Pro, Rasmol, Chemical Calculator, Stoichiometry Studio, Bondit, ChemLab, Integral Scientist Periodic Table, Atoms, Bonding and Structure, Chems sketch, Atoms, simbols and Equation, Molecular Weight Calculator, IsisDraw, Chembalance Wizard, Atoms, simbols and Equation y Chemistry Tutor, considerados como los mejores para la enseñanza de la química (Cortés, 2016). Rojas et al. (2018), nos ofrece una tabla donde muestra ejemplos de software para prácticas, la experiencia y el URL.

Tabla1

Software para prácticas de laboratorio virtual

Software	Experiencia	URL
Acd / labs	Recolección de datos químico, bioquímico y farmacéutico	http://www.acdlab.com
Acidbase Lab	Titulaciones ácido-base con cambio de color del indicador, cálculo del pH, curvas de titulación y determinación de ácidos y bases fuertes	www.chemometrix.uia.ac.be/dl/acidbase
Alidot	Observación y descripción de la estructura y comprobación de secuencia de RNA	https://www.tbi.univie.ac.at/software/
Chemcollective	Simulaciones de química y fisicoquímica	http://chemcollective.org/vlabs
Chemlab	Volumetría, titulaciones, reacciones de óxido reducción	http://www.modelscience.com
Chems sketch online	Dibujo de estructuras químicas con información estructural y analítica	https://www.simulations-plus.com/software/medchem-



Sofware	Experiencia	URL
Chemsoft	Cálculos y curvas de titulación ácido-base, determinación de equilibrios ácido-base, disociación del agua	designer/ www.chemometrix.uia.ac.be/dl/acidbase
Electrochemical Cells Pro	Electrólisis a través de la presentación de celdas electrolíticas que miden el potencial de ionización de diversos compuestos químicos	http://users.iconz.co.nz/trout/ecellpro.htm

Fuente: Rojas et al. (2018)

Al respecto, Martínez-Argüello et al. (2018) señala entre los contenidos más frecuentes que utilizan las herramientas tecnológicas son: las reacciones químicas, gases, propiedades de la materia, átomo de carbono, petróleo y caucho, tabla periódica, polímeros, enlaces y equilibrio. Para Soto y Molina (2018), es importante que el docente desarrolle la capacidad de discernimiento para decidir “cuando es preciso incorporar las TIC a los procesos de enseñanza y de aprendizaje” (p. 284). Está claro, no todos los contenidos se pueden enseñar utilizando herramientas tecnológicas, pero, la formación tecnológica del docente es relevante, pues debe ser un mediador, crítico-reflexivo para seleccionar aquellas favorecedora del aprendizaje.

Existen diferentes métodos de aprendizaje que se pueden aplicar para cambiar los procesos de enseñanza, entre ellos el método e-learning, el B-learning y el aprendizaje móvil (m-learning). El e-Learnig, es un aquel cuyo proceso didáctico se lleva a cabo a través de la internet, donde el estudiante autogestiona su aprendizaje con ayuda de tutores, predominando la comunicación sincrónica y asincrónica (Centro de Formación Permanente, s/f). El B-learning, es un semipresencial, donde se dan encuentros presenciales y virtuales con apoyo de las TIC además se promueve la participación de los alumnos (Islas, 2014). El m-learning, es acceder al conocimiento a través de un dispositivo móvil moderno conectado a internet, lo cual puede ser utilizado para promover el auto aprendizaje (García-Bullé, 2019).

Metodología

La investigación realizada fue de tipo documental, de corte cualitativo (Berenguera et al., 2014), con nivel descriptivo, de acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), tiene como finalidad establecer las características de los



fenómenos en un contexto determinado. A los datos encontrados, se les aplicó un análisis temático, que según Berenguera et al., (2014), se enfatiza “en la descripción y/o interpretación del contenido temático de los datos (qué se dice)” (p. 136).

Para ello, se efectuó una revisión bibliográfica de artículos e investigaciones ubicadas en la base de datos de Google académico, Dialnet, Scopus, Scielo, Elsevier, así como la de universidades de Colombia, México, Panamá, entre otras, seleccionando aquellas que hacían vinculadas con el uso de la didáctica de la química y la utilización de las TIC en su aprendizaje en los contextos rurales. De esta revisión, resultaron: 45 artículos, 23 trabajos de grado, 2 tesis doctorales y 8 memorias de eventos.

Análisis y Discusión de los resultados

Después de la revisión de investigaciones así como artículos en las bases de datos de varios portales de universidades, relacionadas con la temática didáctica de la química y la incorporación de las TIC en los entornos rurales, se realizó un análisis con base a la interrogante planteada: ¿Cómo han logrado los docentes incorporar las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje en los contextos rurales?, encontrando los siguientes aspectos:

a) Accesibilidad a las tecnologías en las zonas rurales

En cuanto al acceso al internet en los espacios de ruralidad, se pudo detectar , que a pesar de los esfuerzos realizados por el gobierno de Colombia a través del MEN y del MINTIC en incorporar las TIC en el contexto educativo, donde estas puedan contribuir al acceso universal a la educación, disminuyendo de esta manera la brecha digital, lo cual se ha visto muy lento su ingreso en dichas zonas por la poca conectividad a internet, escasa infraestructura computacional, por las insuficiencias propias de la región y pocas políticas públicas para la rápida incorporación del desarrollo tecnológico en estas zonas (Molina y Mesa, 2018; Soto y Molina, 2018), a pesar de estar planteado como objetivo principal en el PNTIC (2008-2019), facilitar:

el acceso a la infraestructura de TIC con estándares de niveles de servicio de clase mundial, para todos los ciudadanos a lo largo y ancho del país,



particularmente en las poblaciones menos favorecidas, a los discapacitados y en las zonas con demanda desatendida, en las áreas rurales y en las poblaciones pequeñas (, p.52).

Paulhiac y Ortega (2019), hicieron un estudio sobre el uso y apropiación de las TIC en los contextos rurales, ubicándose en las comunidades de Clemencia y María la Baja, situados al norte del departamento de Bolívar, en la región Caribe, encontrándose que la penetración del internet no alcanzaba al 1%, el cual se ha podido dar a través de espacios públicos accesibles a la telecomunicación digital, como son los cibercafés y los Kioskos Vive digital (KVD).

Por otra parte, Molina y Mesa (2018), en el estudio realizado en diez (10) instituciones rurales de Tunja, señalan que la mayoría de los docentes afirmaron no contar con la conexión a internet, solo un 38, 2% disponen conectividad por cable y solo un 9,4% afirman contar con internet satelital en sus instituciones, pero no con excelencia.

En este mismo contexto, Méndez (2020), afirma que, en los contextos rurales de la ciudad de Montería, no existe conectividad e infraestructura tecnológica en las escuelas, solo un 15% de la población tiene acceso a internet, contando con 9 puntos de acceso digital para toda la población estudiantil del corregimiento de Buenos Aires.

b) Apropiación de las TIC por parte de los docentes

Otro aspecto importante que resaltan en las investigaciones revisadas, es la poca apropiación por parte de los docentes sobre los recursos tecnológicos, resistencia al cambio para la incorporación de las TIC en su praxis educativa, siendo la formación del docente pilar fundamental para la incorporación efectiva de las TIC, siendo los que propician los espacios de aprendizaje y seleccionan las estrategias y recurso a aplicar (Molina y Mesa, 2018; Soto y Molina, 2018).

También, se evidenció en esas investigaciones, la existencia de docentes que asumen una resistencia a la utilización de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, prefiriendo continuar en su zona de confort, por no sentirse debidamente capacitados para discernir sobre cuáles son las apropiadas para el aprendizaje significativo de la misma (Viglienghi, 2019; Vera et al., 2015, Campos, 2015).



c) Propuestas didácticas a utilizar en la enseñanza de la química

Dentro de las investigaciones analizadas, se encontraron evidencias de varias propuestas didácticas para la enseñanza de la química. En la tabla 2, se presentan las diferentes propuestas didácticas abordadas por los investigadores.

Tabla 2

Propuestas didácticas para la enseñanza de la química

Categoría	Propuestas didácticas	Autores/año
Didáctica de la química	Contextualización de los contenidos químicos	Parga-Lozano y Piñeros-Carranza (2018), Martínez (2017), Rodríguez (2017), Galagovsky y Pégola (2017), Lombo (2019).
	Indagación científica	Reyes (2018), Flórez-Nisperuza y De la Ossa (2018), Díaz (2017), Yaranga (2015). Gallo-Ramírez et al. (2019). Torres-Torres et al. (2017), Martínez-Argüello et al (2018);
	Apoyo con las TIC	Fernández y Ortiz (2017), Sosa y Castillo (2018), Ávila y Cantú (2017), Brovelli et al. (2018). Castaño (2012); Méndez (2020)
	Considerar las ideas preexistentes	Méndez (2018), Dávila et al. (2017)
	Modelos explicativos	Órdenes y Camacho (2017)
	Modelos moleculares	Pradillo (2017)
	Laboratorios portátiles	Orietta (2015)

Fuente: Elaborado por la investigadora (2019)

En cuanto a las propuestas encontradas sobre la didáctica a utilizar para la mejor comprensión y aprendizaje de la química, se encontraron estudios que plantean la contextualización de los contenidos como estrategia didáctica, donde proponen articular lo disciplinar, metadisciplinar y cotidiano, permitiéndole al estudiante un aprendizaje contextualizado, desarrollando capacidades argumentativas frente a las debates propuestos (Parga-Lozano y Piñeros-Carranza (2018); Martínez (2017); Rodríguez (2017); Galagovsky y Pégola (2017); Lombo (2019), entre otras.



Otros autores, como Reyes (2018), Flórez-Nisperuza y De la Ossa (2018), Díaz (2017), Yaranga (2015), entre otros, plantean como alternativa didáctica, la indagación científica, la cual consiste en plantear una problemática, los estudiantes formulan una hipótesis, desarrollan procesos de indagación guiada, elaboración de conclusiones y reporte de los resultados; señalándola como metodología desarrollando aptitudes meta cognitivas que no solo desarrolla aptitudes meta cognitivas, sino que también fomenta la motivación.

Existen investigadores que proponen la enseñanza de la química con el apoyo de las TIC, entre ellos: Gallo-Ramírez et al. (2019); Torres-Torres et al. (2017); Martínez-Argüello et al (2018); Fernández y Ortiz (2017); Sosa y Castillo (2018); Avila y Cantú (2017); Brovelli et al. (2018). Otra propuesta, es la de considerar las ideas preexistentes, entre ellos: Méndez (2018), Dávila et al. (2017), entre otras. Así mismo, Órdenes et al (2018), sugieren los Modelos explicativos, Martínez (2020) recomienda el uso de herramientas digitales móviles; Pradillo (2017) aconseja los Modelos moleculares, y Orietta (2015), plantea laboratorios portátiles.

d) Herramientas tecnológicas utilizadas para la enseñanza de la química en las zonas rurales

Dentro de las herramientas tecnológicas para la enseñanza de la química, se mencionan: los simuladores, laboratorios virtuales, tutoriales interactivos, programas de ejercitación, plataformas digitales. Cuentan también con páginas web, que permite la indagación, ambientes virtuales, realidad aumentada, Robótica, entornos virtuales de aprendizaje, eXe Learning, sistemas de gestión de aprendizaje, software MINITAB, Cmap Tools, Excel, entre otros (Aulaplaneta, 2015).

En esta investigación, se identificaron las herramientas digitales, enunciadas en los próximos párrafos, utilizadas por los docentes en contextos rurales para la enseñanza de la química, entre los estudios revisados tenemos el realizado por Méndez (2020), quien aplicó una serie de herramientas digitales a estudiantes de grado 11º de la I.E. Buenos Aires, zona rural de Montería-Córdoba, entre ellas: Uso de plataformas: GoConqr, YouTube, Google Suite y prezi, Foro, chat, whatsapp.

Dentro de los links utilizados:

- a) <https://contenidosparaaprender.colombiaaprende.edu.co/GB/S/SGo8U02L01/video/ANSG08U02Lo10101.mp4>



- b) <https://forms.gle/R8Gry6y5YgiY6LJE9>
- c) <https://prezi.com/i/t5pfgblitum2/>
- d) <https://www.youtube.com/watch?v=a2RS1mqQ3ZE&feature=youtu.be>
- e) https://youtu.be/wswvPfPX_wE
- f) <https://forms.gle/pg3PkUH2hZtu48DY8>
- g) https://es.educaplay.com/recursos-educativos/7475195-modelo_atómico.html
- h) https://es.educaplay.com/recursos-educativos/7481790-enlace_químico.html
- i) <https://forms.gle/ENbLMNtQkkHjrS4c9>
- j) <https://forms.gle/rrEkLoqvoFzakzPg9>

Otro estudio realizado, fue el de Molina y Mesa (2018), en diez (10) instituciones rurales de Tunja, donde una de sus interrogantes fue, si podían hacer uso de las TIC en sus clases sin contar con el servicio del internet, por lo que señalaron, que podían crear actividades en su casa y traerlas en CD o memoria extraíble; se pueden trabajar con herramientas como el software material audiovisual, y con dispositivos desde sus hogares, descargar contenido para trabajar en los salones de clase. Y trabajar como material audiovisual proyectado desde los videos beams, o en los Kioskos Vive Digital, con el uso de plataformas: GoConqr, YouTube, Google Suite y prezi, Foro, chat, whatsapp. Link utilizados: <https://forms.gle/ENbLMNtQkkHjrS4c9>.

Martínez-Argüello et al. (2018), en su estudio realizado, encontraron que los docentes encuestados, la mayoría de ellos desconocen o no utilizan las herramientas tecnológicas para propiciar un aprendizaje significativo de la química en sus estudiantes, hasta desconocen los promovidos por el MEN, muy pocos de ellos cuentan con un blog para su materia. Señalan, que donde los docentes incluían las TIC era para gases, propiedades de la materia, reacciones químicas, enlaces, polímero, petróleo, caucho y átomo de carbono.

Reflexiones finales

Es evidente que, el gobierno colombiano ha hecho esfuerzos por cubrir el acceso al servicio de cobertura a internet e infraestructura en las instituciones educativas de Colombia, pero, todavía existe poca accesibilidad a las tecnologías en las zonas rurales, derivándose una exclusión no solo del grupo de estudiantes y de docentes que laboran en esas zonas, sino de aquellas personas o comercios que la puedan



utilizar en beneficio de la comunidad, pero de acuerdo a sus niveles socioeconómicos, no tienen la oportunidad de acceso a las TIC, creándose una mayor brecha digital.

Los estudiantes, para poder tener acceso al internet, tienen que trasladarse a cibercafés privados o a los Kioskos Vive Digital instalados por el gobierno nacional, ya que no cuentan en sus hogares con este beneficio, teniendo, menos oportunidad de apropiarse de su manejo y usabilidad, para lograr construir mejor su conocimiento y, por ende, mejorar su rendimiento estudiantil, además de alfabetizarse tecnológicamente, lo cual representa una desventaja en la prosecución de sus estudios.

Los docentes, poco utilizan las herramientas tecnológicas a pesar de contar recursos didácticos asincrónicos como las herramientas de office y aplicar modelos de aprendizaje como el B-learning, la educación invertida, la utilización de softwares donde se pueden ubicar laboratorios virtuales y simuladores, motivado a la poca apropiación que tiene sobre dichos recursos y la resistencia al cambio para la incorporación de las TIC en su praxis educativa, tal como se pudo evidenciar en las investigaciones revisadas, siendo, la formación tecnológica del docente, un pilar fundamental para la incorporación efectiva de las mismas, por considerar, que son los que propician los espacios de aprendizaje y seleccionan estrategias y recursos para lograr un aprendizaje significativo de la química.

Es importante considerar, la tendencia que se observa en las propuestas didácticas presentadas por los diferentes investigadores, donde la mayoría considera que a través de la contextualización de los contenidos químicos y el apoyo con las TIC, se puede lograr la formación de competencias científicas y digitales; por ende, mejorar el rendimiento estudiantil.

Por consiguiente, si los docentes estuvieran formados tecnológicamente sobre cómo ubicar, seleccionar y la usabilidad de estas herramientas, pudieran diseñar ambientes de aprendizaje de manera asincrónica, de tal manera de motivarlos hacia el estudio de la química, permitiéndole a los estudiantes tener acceso interactivo a la información, construir su conocimiento, formarse tecnológicamente además de estar a la par de los adelantos tanto tecnológicos como científicos y poder continuar con la prosecución de sus estudios.



Referencias Bibliográficas

- Abreu, O.; Rhea, S.; Arciniegas, G. y Rosero, M. (2018). Objeto de Estudio de la Didáctica: Análisis Histórico Epistemológico y Crítico del Concepto. *Formación universitaria*. Vol.11 no.6 La Serena dic. 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000600075>
- Arguedas, Carlos y Gómez, Adriana (2015). Recursos tecnológicos utilizados para la enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Secundaria. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, Vol. 7, No. 13, pp. 56-69. Disponible en <https://n9.cl/a8tx0>
- Aulaplaneta (2015). *20 herramientas TIC para las clases de Física y Química* [Infografía]. Recursos TIC. Disponible en: <https://n9.cl/8p0bs>
- Ávila, Blanca (2017). *Aportes a la calidad de la educación rural en Colombia, Brasil Y México: experiencias pedagógicas significativas*. [Tesis doctoral] Retrieved from <https://n9.cl/wsf5o>
- Ávila, Diego y Cantú, Maricarmen (2017). Mediación del uso pedagógico de las TIC en una universidad privada en Colombia. *Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação* vol. 73, núm. 2. pp. 71-86. <https://rieoei.org/historico/documentos/7722.pdf>
- Benítez, Noly (2017). Usos de las TIC para el fortalecimiento del proceso enseñanza y aprendizaje de la nomenclatura inorgánica. [Trabajo de grado para optar al título de Magister]. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Berenguera, Anna; Fernández, María; Pons, Mariona; Pujol, Enriqueta; Rodríguez, Dolors y Saura, Silvia (2014). *Escuchar, observar y comprender. Recuperando la narrativa en las Ciencias de la Salud*. Aportaciones de la investigación cualitativa. Barcelona: Institut Universitari d'Investigació en Atenció Primària Jordi Gol (IDIAP J. Gol)
- Borrero, Regla; López, J. y Gamboa, M. (2020). El tratamiento a la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje en la evolución histórica de la didáctica de la química. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*. Vol. XI. Año 2020. Número 4, Octubre-Diciembre, pp. 27-39.
- Brovelli, Francisco; Cañas, Francisco y Bobadilla, Carla (2018). Herramientas digitales para la enseñanza y aprendizaje de Química en escolares chilenos. *Educación Química*. Vol.29, No.3. pp. 99-107. Ciudad de México ago. 2018.
- Cabero, Julio (2010). Los retos de la integración de las TICs en los procesos educativos. Límites y posibilidades. *Perspectiva Educacional*. Vol. 49. No. 1, pp. 32-61.
- Cabero, Julio; Marín, Verónica y Castaño, Carlos (2015). Validación de la aplicación del modelo TPACK para la formación del profesorado en TIC. @tic. *Revista d'innovació Educativa Universitat de València*, núm. 14, pp. 13-22.



- Campos, José (2015). Lo cotidiano (entre usos y resistencias) de las TIC en un aula de la educación secundaria obligatoria. Apuntes etnográficos. *Revista de Antropología Experimental*. N° 15, 2015. Texto 31, pp. 567-580. Universidad de Jaén (España).
- Carrascal, Edgar (2020). El uso de estrategias didácticas basadas en las TIC para el fortalecimiento del aprendizaje de la química. *Revista Trascendere*. Año 1. No. 2. Julio-Diciembre.
- Carriazo, José y Saavedra, Martha (2004). La didáctica de la química: Una disciplina emergente. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis* No. 15, 2004 - páginas 73 – 84. Bogotá. Colombia.
- Carrión-Paredes, Franklin; García-Herrera, Darwin; Erazo-Álvarez, Cristian y Erazo-Álvarez, Juan (2020). Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*. Año VI. Vol. VI. N°3. Edición Especial III. 2020.
- Carrizo, José (2004). La didáctica de la química: una disciplina emergente. *Tecné, Episteme y Didaxis* No. 15, pp. 73-84.
- Castaño, Eljin (2012). *Enseñanza de equilibrio químico haciendo uso de las TICs para estudiantes del grado once de enseñanza media*. [Trabajo de grado para optar al título de Magister]. Universidad Nacional de Colombia.
- Centro de Formación Permanente (s/f). *e-Learning. Definición y Características*. Disponible en: <https://n9.cl/b13l3>
- Coley-Graham, Terry (2019). *Rediseñar la educación en matemáticas*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://n9.cl/o2s39>
- Cortes, Albenis (2016). *Prácticas innovadoras de integración educativa de TIC que posibilitan el desarrollo profesional docente. Un estudio en instituciones de niveles básica y media de la ciudad de Bogotá (Col)*. [Tesis Doctoral]. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- Dávila, María; Cañad, Florentinay Sánche, Jesús (2017). Las ideas previas sobre cambios físicos y químicos de la materia, y las emociones en alumnos de educación secundaria. *X Congreso Internacional sobre Investigación en didáctica de las ciencias*. 5-8 de septiembre de 2017. Sevilla.
- Díaz, Naira (2017). ¿Cómo trabajar indagación en el aula de infantil? Análisis de las debilidades y fortalezas de los maestros en formación. *X Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. Sevilla. España.
- Espinoza, E., Villacres, G. y Granda, D. (2020). Influencia de las didácticas tecnológicas en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), 63-70.



- Fernández, Maritza y Ortiz, Rocío (2017). *Las TIC: Incidencia en el desempeño académico en química de estudiantes de décimo grado*. [Trabajo de grado para optar al título de Magister]. Universidad de la Costa. Barranquilla. Colombia.
- Flórez-Nisperuza, Elvira y De la Ossa, Andrés (2018). La indagación científica y la transmisión-recepción: una contrastación de modelos de enseñanza para el aprendizaje del concepto densidad. *Revista Científica*, 31(1), 55-67. <https://n9.cl/ikhc7>.
- Galagovsky, Lydia y Pérgola, Martín (2017). química en contexto. una experiencia didáctica en argentina. *X Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. 5-8 de septiembre de 2017. Sevilla. España.
- Gallo-Ramirez, J. A.; Mangua-Guamialamag, L. L.; Ortegon, J. A.; Castro-Pineda, L. A. (2019). Caracterización de las perspectivas de estudiantes de educación media del Colegio Rafael Bernal Jiménez I.E.D. hacia las TAC. *Revista Virtu@lmente*, 7(2), (s/p.).
- García-Bullé, Sofía (2019). *¿Qué es el m-learning? ¿Es una opción viable para la educación del siglo XXI?*. Institute for the future of education. Disponible en: <https://n9.cl/26a9e>
- García, Yeison (2015). *Las escuelas rurales también se conectan*. El Mundo.com. Disponible en: https://www.elmundo.com/portal/vida/educacion/las_escuelas_rurales_tambien_se_conectan.php.
- Gómez-Vahos Luz Estela; Muriel-Muñoz Luz Enid; Londoño-Vásquez David Alberto (2019). El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC. *Revista Encuentros*. Vol. 17, No. 2, pp. 118-131.
- González, Diego; Olarte, Fredy y Corredor, Javier (2017). La alfabetización tecnológica: de la informática al desarrollo de competencias tecnológicas. *Estudios Pedagógicos*, Vol. 43, N° 1, pp.193-212. Disponible en: <https://n9.cl/um9do>
- Grapsas, Tatiana (2019). Conoce la realidad aumentada y las posibilidades de interacción que la hacen sobresalir en el mundo digital. *Blog. Rockcontent*. Disponible en: <https://n9.cl/mjib>
- Hernández, Cristina (2012). *Utilización de la indagación para la enseñanza de las ciencias en la E.S.O. elaboración de material didáctico y su puesta en práctica en el aula*. [Trabajo de grado para optar al título de Magister]. Universidad de Valladolid. España.
- Hernández-Samperi, Roberto y Mendoza, Christian. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Primera edición. Editorial McGraw-Hill. México. <https://n9.cl/gkwt>



- Hurtado, Marcelo (2013). *Medios didácticos basados en las TIC, como herramientas de apoyo virtual en la enseñanza de la química orgánica*. [Trabajo de grado para optar al título de Magister]. Universidad Nacional de Colombia.
- Idoyaga, Ignacio; Vargas-Badilla, Laura; Moya, César; Montero-Miranda, Eric; Garro-Mora, Ana (2020). Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Revista de educación. Campo Universitario*. Vol 1. No. 2. Septiembre- Diciembre 2020, pp. 4-26
- Ipuz Mónica, Parga Diana (2014). Dificultades de enseñanza-aprendizaje y su relación con las actitudes hacia la química. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Año 2014, Número Extraordinario. ISSN Impreso: 0121-3814, ISSN web: 2323-0126 Memorias, Sexto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. 08 al 10 de octubre de 2014, Bogotá.
- Islas, Claudia (2014). El B-learning: un acercamiento al estado del conocimiento en Iberoamérica, 2003-2013. *Apertura*. Vol. 6, No. 1. Disponible en: <https://n9.cl/Oeiyq9>.
- Lombo, María (2019). *La importancia del contexto: una aproximación desde el CDC de profesores rurales en la enseñanza de la química de suelos*. [Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Química]. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá Colombia. <https://n9.cl/m8g9h>
- López, Víctor; Couso, Digna Simarro, Cristina; Garrido, Anna; Grimalt, Carme; Hernández, María; Pintó, Roser (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de la Ciencia*. Del 5 al 8 de septiembre de 2017. SEVILLA. España.
- Marcano y Cedeño (2019). Uso de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje del contenido “Enlace Químico y sus Propiedades”, centrado en habilidades cognitivas en estudiantes de educación media chilena. *Revista Educación las Américas*, 2019, vol. 9, Agosto-Diciembre,
- Martínez, María (2017). *Saponificación: Una propuesta didáctica para el aprendizaje significativo del concepto de cambio químico*. [Trabajo de grado para optar al título de Magister]. Universidad Nacional de Colombia.
- Martínez, Liuska y Ávila, Yadira (2014). Papel del docente en los entornos virtuales de aprendizaje. *Órbita Pedagógica*, Vol. 1. No. 2. Año 2014, Mayo-agosto., pp. 4-62. Disponible en: <https://n9.cl/rs530>
- Martínez-Argüello, Luz; Hinojo-Lucena, Francisco y Aznar, Inmaculada (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* – Vol. 29. N° 2. 2018. <https://n9.cl/9a9q6> .
- Maurel, María, Dalfaro, Nidia y Soria, Hector (2014). El laboratorio virtual: una herramienta para afrontar el desgranamiento. En Congreso Iberoamericano



de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Argentina. Recuperado de <https://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/677.pdf>

Méndez, María (2020). *Implementación de recursos tecno-pedagógicos digitales para educar en química a estudiantes de grado 11º de la I.E. Buenos Aires, zona rural de Montería-Córdoba*. [Trabajo de grado para optar al título de Magister]. Universidad Metropolitana de Educación Ciencia y Tecnología. Panamá.

Méndez, Viviana (2018). *Caracterización de las ideas previas sobre cambios químicos y físicos de los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa de Mamoncito*. [Trabajo de grado para optar al título de Magister]. Universidad Metropolitana De Educación Ciencia y Tecnología. Panamá.

Ministerio de educación (MEN, 2015). *Colombia, La mejor educada en el 2025 Líneas estratégicas de la política educativa del Ministerio de Educación Nacional*. Disponible en: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articulos-356137_foto_portada.pdf.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC, 2012). *Vive Digital Colombia. Documento Vivo del Plan*. Versión 1.0 / Febrero de 2011.

Molina, Luis y Mesa, Fredy (2018). Las TIC en escuelas rurales: realidades y proyección para la integración. *Praxis & Saber*. Vol. 9. Núm. 21. Septiembre - Diciembre 2018; pp. 75 – 98.

Montoya, Jorge (2015). *Propuesta para la implementación de laboratorios virtuales en la enseñanza del curso de química inorgánica del grado 10 de la institución educativa Diego Echavarría misas del municipio de Itagüí*. [Trabajo final como requisito para optar el título de Magister]. Universidad Eafit. Medellín. Colombia.

Neira, Gerardo (2015). *Actitud de los alumnos hacia la asignatura de química en el rendimiento académico*. [Trabajo de grado para optar el título de Magister]. Universidad del BÍO-BÍO. Chile.

OCDE (2016). Pisa 2015 Results. *Excellence and equity in education*. Volume I. <https://n9.cl/pgyfh>

Órdenes, María y Camacho, Johanna (2017). Modelos explicativos escolares del concepto de cambio químico. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias*, N.º Extraordinario (2017): 4119-4124.

Orietta Bracale (2015). *Enseñanza para el aprendizaje significativo en estudiantes del tercer año de la U.E. Creación San Diego Norte*. [Trabajo de grado]. Universidad De Carabobo.

Ortega, Jorge (2020). El conocimiento tecnológico pedagógico de contenido (TPCK): un análisis a partir de la relación e integración entre el componente



tecnológico y conocimiento pedagógico de contenido. *TED* No. 47. Primer semestre 2020. pp. 249-265.

- Parga-Lozano, Diana y Piñeros-Carranza, Gloria (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Revista Educación Química*. Vol 29. No.1, pp. 55-64. <https://n9.cl/2d7ji>
- Paulhiac, Juan y Ortega, Antonio (2019). Uso y apropiación de las TIC: una exploración del acceso a los cibercafés y Kioskos Vive Digital en comunidades rurales. Análisis. *Revista Colombiana de Humanidades*, vol. 51, núm. 95, pp. 289-318. Universidad Santo Tomás.
- Pérez, Ana. (2020). *Propuesta metodológica para la enseñanza del cambio químico a través del aprendizaje invertido*. [Trabajo de grado para optar al título de magister]. Universidad Nacional de Colombia.
- Perozo, Carmen (2016). Teoría de inteligencias múltiples: una alternativa en la didáctica de la química. *Revista Aula de Encuentro*. Vol. 17. No.1 (2016), pp. 44-71. <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ADE/article/view/2870>
- Plan Nacional de TIC (PNTIC, 2008-2019)*. Bogotá. Colombia. Disponible en: <https://n9.cl/q3bi72>
- Pradillo, Beatriz (2017). *Modelos Moleculares*. Blog. *Orbitales Moleculares*. <https://n9.cl/ru4pw>.
- Reyes, Andrea (2018). *Enseñanza del cambio químico mediante la indagación científica en un colegio rural*. [Trabajo de grado para optar al título de magister]. Universidad Externado de Colombia. Bogotá. Colombia. <https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstreams/b40c4711-c3a1-4b43-992f-882305b18bb1/download> .
- Rodríguez, Elizabeth (2013). El aprendizaje de la química de la vida cotidiana en la educación básica. *ARJÉ Revista de Postgrado FACE-UC*. Vol. 7 N° 12. Enero-Julio 2013; pp. 363-373. <http://arje.bc.uc.edu.ve/arj12/art21.pdf>
- Rodríguez, Sandra (2017). *Estrategia didáctica basada en la solución de problemas contextualizados para fortalecer el aprendizaje significativo de la química en un programa de tecnología ambiental*. [Trabajo final como requisito para optar el título de Magister]. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Rojas, Martha; Zapata, Pedro; Sánchez, Magley y Montaña, Domingo (2018). *Nuevas TIC: herramientas para propuestas didácticas en el área de Química en El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la Enseñanza Superior*. Edición: Rosabel Roig-Vila. Barcelona.
- Ruíz, Salvador (2020). Realidad aumentada y aprendizaje en la química orgánica. *Apertura*. vol.12 no.1 Guadalajara abr. 2020. Epub 16-Sep-2020. Disponible en: <https://n9.cl/9gnxv6>.



- Salazar, Juan (2019). *Aula invertida como metodología educativa para el aprendizaje de la química en educación media*. [Trabajo de grado como requisito para optar el título de Pregrado]. Universidad de la Costa. Colombia.
- Siteal (2019). *Educación y TIC. UNESCO. IIEP-UNESCO*. Disponible en: <https://n9.cl/va7c1>. Recuperado el día 9 de febrero 2023.
- Sosa, Diana y Castillo, Eury (2018). Diseño Instruccional sobre equilibrio químico en fase gaseosa empleando Tecnologías de la Información y Comunicación en estudiantes de Química de la UPEL-IPC. Horizontes. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*. Volumen 2. No. 6, abril - junio, 2018, pp. 104 – 120. Disponible en: <https://n9.cl/qxr2p>.
- Soto, Diana y Molina, Luis (2018). La Escuela Rural en Colombia como escenario de implementación de TIC. *SABER, CIENCIA Y Libertad* | SSN 1794-7154 / e-ISSN 2382-3240 | Vol. 13, No. 1, Enero - Junio 2018 | Págs. 275 - 289
- Tejada, Candelaria; Chicangana, Cielo y Villabona, Ángel (2013). Enseñanza de la química basada en la formación por etapas de acciones mentales (caso enseñanza del concepto de valencia). *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, núm. 38, febrero-mayo, 2013, pp. 143-157 Fundación Universitaria Católica del Norte Medellín, Colombia.
- Torres, Ángel; Bañón, David y López, Víctor (2017). Empleo de smartpones y APPS en la enseñanza de la física y química. *X Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias*, N.º Extraordinario. Pp. 671-677. Sevilla. España.
- Torres-Torres, José; Jerónimo-Yedra, Rubén; Cruces, Eduardo y Acosta, Lorena (2017). Estrategia didáctica apoyada en las TIC, para el reforzamiento de temas de Química. *Revista de Tecnologías de la Información*. Septiembre 2017. Vo.4 No.12, pp. 1-13
- Valle, Ricardo (2017). *Análisis de usabilidad de una herramienta virtual de aprendizaje: caso ICPNA MALL*. [Trabajo de investigación para optar el Título Profesional de Licenciado en Comunicación]. Universidad de Lima. Perú.
- Vera, María; Montiel, Graciela; Stoppello, Martha; Giménez, Liliana y Petris, Raquel (2015). Experiencia de incorporación de TIC en la enseñanza y aprendizaje de Química en la UNNE. *X Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología*.
- Viglienghi, María (2019). *Incorporación de las TIC en la enseñanza de la Química de Tercer año A del Instituto Secundario Yocsina*. [Trabajo final de grado]. Universidad Siglo 21. Argentina.
- Villota, Stefanny; Zamora, Gabriela y Llanga, Edgar (2019). Uso del internet como base para el aprendizaje. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y*



Desarrollo (mayo 2019). <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/05/internet-aprendizaje.html>

Yaranga, Rosario (2015). *Procesos de indagación científica que generan los docentes en la enseñanza del área de ciencia, tecnología y ambiente. i.e.7059. Ugel 01*. Lima. 2015. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Perú.