



CAPÍTULO DE LIBRO - XXIII

Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas¹

Difficulties in learning chemistry in high school, from the students' point of view and some alternatives to overcome them

Dificuldades no aprendizado de química no bacharelado, do ponto de vista dos alunos, e algumas alternativas para superá-las

Luis Chonillo-Sislema

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, RIOBAMBA - CHIMBORAZO, ECUADOR

luis.chonillo@unach.edu.ec (correspondencia)

<https://orcid.org/0000-0002-7461-1096>

Dayana Heredia-Gavin

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,
RIOBAMBA - CHIMBORAZO, ECUADOR

dayana.heredia@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-9373-3009>

Juana Chayña-Apaza

UNIVERSIDAD HIPÓCRATES, ACAPULCO -
ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INNOVACIÓN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA INUDI - PERÚ,
PUNO - PERÚ

jchayña@inudi.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-5045-6028>

Zoraida Ramos-Pineda

UNIVERSIDAD HIPÓCRATES, ACAPULCO -
ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INNOVACIÓN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA INUDI - PERÚ,
PUNO - PERÚ

zramos@inudi.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-5360-2131>

José Sánchez-Solórzano

UNIVERSIDAD HIPÓCRATES, ACAPULCO -
ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INNOVACIÓN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA INUDI - PERÚ,
PUNO - PERÚ

jsanchez@inudi.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-7689-961X>

DOI: <https://doi.org/10.35622/inudi.c.02.23>

Resumen

El estudio de Química en el Bachillerato a menudo se enfrenta a diversas dificultades que afectan la comprensión y el rendimiento académico que pueden surgir de la complejidad conceptual, la falta de conexión con la vida cotidiana y la metodología educativa tradicional; Objetivo: comprender las dificultades del alumnado en el aprendizaje de Química durante el Bachillerato, desde su opinión, e identificar alternativas didácticas utilizadas para superarlas; Metodología: se utilizó enfoque Mixto con alcance exploratorio-descriptivo de carácter no experimental, de cohorte transversal, se aplicó la técnica de la

¹ Este artículo fue publicado en Revista Innova Educación, 6(1), 71–88 bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0; el cual permite esta reproducción como capítulo de libro.



CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

encuesta, al total de la muestra (120 estudiantes), compuesto por 12 bloques temáticos y 12 ítems, que busca comprender las dificultades desde la opinión de los estudiantes con una fiabilidad de 0,835 en Alfa Cronbach; Resultados: Los resultados revelaron que las dificultades más comunes incluyen la falta de motivación, la abstracción de los conceptos químicos, los temas de estudio requieren mucha memorización, los ejercicios son demasiados complejos y la falta de aplicación práctica. Las alternativas propuestas abarcan el uso de ejemplos más actuales utilizados en la enseñanza de química, la integración de metodologías activas, recurso didácticos y digitales, escenarios interactivos (RV, RA), actividades experimentales, que fomentan un ambiente educativo participativo; Conclusión: es esencial abordar las dificultades en la enseñanza de Química mediante el uso constante de estrategias pedagógicas que fomenten la participación y la conexión con la realidad cotidiana puede contribuir significativamente a superar los desafíos identificados, mejorando así el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química en el Bachillerato.

Palabras clave: alternativa educativa, dificultad química, educación secundaria, enseñanza de la química.

Abstract

The study of Chemistry in high school often faces various difficulties that affect understanding and academic performance, which may arise from conceptual complexity, lack of connection with daily life, and traditional educational methodology. Objective: To understand the difficulties of students in learning Chemistry during high school, from their perspective, and to identify didactic alternatives used to overcome them. Methodology: A mixed approach with exploratory-descriptive scope, non-experimental, cross-sectional cohort was used, employing survey technique on the total sample (120 students), consisting of 12 thematic blocks and 12 items, aiming to understand the difficulties from students' perspective with a reliability of 0.835 in Cronbach's Alpha. Results: The results revealed that the most common difficulties include lack of motivation, abstraction of chemical concepts, topics requiring extensive memorization, exercises being too complex, and lack of practical application. Proposed alternatives include the use of more current examples in teaching chemistry, integration of active methodologies, didactic and digital resources, interactive scenarios (VR, AR), experimental activities, fostering a participative educational environment. Conclusion: It is essential to address the difficulties in teaching Chemistry through constant use of pedagogical strategies that promote participation and connection with everyday reality, which can significantly contribute to overcoming the identified challenges, thus improving the teaching and learning process of Chemistry in high school.

Keywords: educational alternative, chemical difficulty, secondary education, chemistry teaching.

Resumo

O estudo de Química no ensino médio frequentemente enfrenta várias dificuldades que afetam a compreensão e o desempenho acadêmico, as quais podem surgir da complexidade conceitual, falta de conexão com a vida cotidiana e metodologia educacional tradicional. Objetivo: Compreender as dificuldades dos alunos na aprendizagem de Química durante o ensino médio, a partir de sua perspectiva, e identificar alternativas didáticas usadas para superá-las. Metodologia: Foi utilizado um enfoque misto com escopo exploratório-descriptivo, não experimental, de corte transversal, empregando a técnica de pesquisa na amostra total (120 estudantes), composta por 12 blocos temáticos e 12 itens, com o objetivo de compreender as dificuldades sob a perspectiva dos alunos, com uma confiabilidade de 0,835 no Alfa de Cronbach. Resultados: Os resultados revelaram que as dificuldades mais comuns incluem falta de motivação, abstração de conceitos químicos, tópicos que exigem extensa memorização, exercícios muito complexos e falta de aplicação prática. As alternativas propostas incluem o uso de exemplos mais atuais no ensino de química, integração de metodologias ativas, recursos didáticos e digitais, cenários interativos (RV, RA), atividades experimentais, promovendo um ambiente educacional participativo. Conclusão: É essencial abordar as dificuldades no ensino de Química por meio do uso constante de estratégias pedagógicas que promovam a participação e conexão com a realidade cotidiana, o que pode contribuir significativamente para superar os desafios identificados, melhorando assim o processo de ensino e aprendizagem de Química no ensino médio.

Palavras chave: alternativa educacional, dificuldade química, ensino secundário, ensino de química.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, numerosos docentes destinan una considerable porción de sus esfuerzos a innovar las diversas estrategias de enseñanza-aprendizaje en el ámbito de la Química, con el propósito de brindar oportunidades de aprendizaje más efectivas a sus estudiantes. Estudios previos (Cárdenas & González, 2005; Ortegón & Delgado, 2021) han demostrado que la comprensión de las ciencias, especialmente de la Química, se percibe como un desafío en los niveles educativos básicos, medios y superiores que puede influir negativamente en su desarrollo académico y en la formación de habilidades científicas esenciales. Según Galleguillos et al. (2019) los problemas en la enseñanza de la Química están ligadas a dos ámbitos: la comprensión de los contenidos y la motivación por la asignatura.

CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

Por su parte, la Química contiene una abundante cantidad de conceptos abstractos y complejos los cuales demandan tiempo, compromiso y esfuerzos significativos de parte de los estudiantes para poder comprenderlos, como consecuencia se escucha por los educandos frases como: “*que clase tan aburrida*”, “*no me gusta esta asignatura*”, “*es demasiado monótona*”, entre otras (Sosa et al., 2020, pp. 201–202).

De la misma manera Gómez (2011) indica que el estudio de la Química por su complejidad conceptual y la necesidad de comprender una variedad de teorías y modelos puede resultar desafiante para muchos estudiantes, temas como la nomenclatura, equilibrio químico, y la resolución de problemas matemáticos en contextos químicos, son solo algunas de las áreas que han sido identificadas como potenciales obstáculos en la travesía educativa de los estudiantes de bachillerato. Esto se atribuye a que:

La enseñanza de la Química en cualquiera que sea su disciplina orgánica, inorgánica, analítica siempre ha presentado problemas tanto desde un punto de vista pedagógico como didáctico, esto se debe a la falta de implementación de metodologías que posibiliten a los estudiantes construir de manera formal, ordenada y segura una representación mental que facilite la comprensión y asimilación de conceptos esenciales en este campo de las ciencias (Sepúlveda, 2014, p. 27).

También Quijano y Navarrete (2022) señalan que la falta de interés de los estudiantes en la Química se atribuye, en gran medida, a su desconocimiento acerca de la importancia de esta disciplina en su vida académica, personal y profesional. Por lo tanto, si no se actualizan los procesos educativos, de forma particular la didáctica (forma de enseñar), se puede incurrir en la monotonía que puede converger en el bajo desempeño escolar de los educandos por lo que es imperativo recordar que el proceso de enseñar es fundamentalmente, enseñar a aprender.

La enseñanza de la Química

La Química analiza las evoluciones de la materia, sus cambios determinantes y la capacidad de reaccionar con otras sustancias por lo que comprende a un amplio análisis de conceptos y términos, la formación y descomposición de compuestos, los cambios que ocurren cuando se ponen en contacto con otras sustancias y las leyes que rigen dichas evoluciones (Carrillo, 2022). Si lo articulamos a la enseñanza es una asignatura difícil de aprender en la educación contemporánea por lo siempre ha estado en la mente de investigadores,

especialistas en pedagogía y maestros; no solo a nivel de educación media sino también en diferentes carreras Universitarias.

La enseñanza de la Química enfrenta la tarea crucial de preparar a los estudiantes para un entorno educativo y laboral en constante cambio, según la perspectiva de Sosa et al. (2020) las principales causas de la actitud desfavorable y el desinterés hacia el aprendizaje, están vinculadas a la descontextualización de la materia con respecto a la sociedad y el entorno, la falta de relevancia y actualidad en los temas, y otros factores como la aplicación de métodos de enseñanza tradicionales por parte de los educadores. Por ende, resulta imperativo comprender estos problemas asociados a la enseñanza-aprendizaje de la Química y proponer soluciones para abordarlos.

La didáctica en la enseñanza de la Química

La enseñanza de la Química debe evolucionar hacia un modelo que no solo fomente la memorización de datos, sino que también inspire la curiosidad, la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes. En este proceso de transformación educativa, la didáctica (Figura 1) se convierte en un pilar esencial para impulsar una educación en Química de calidad.

La didáctica se constituye como las:

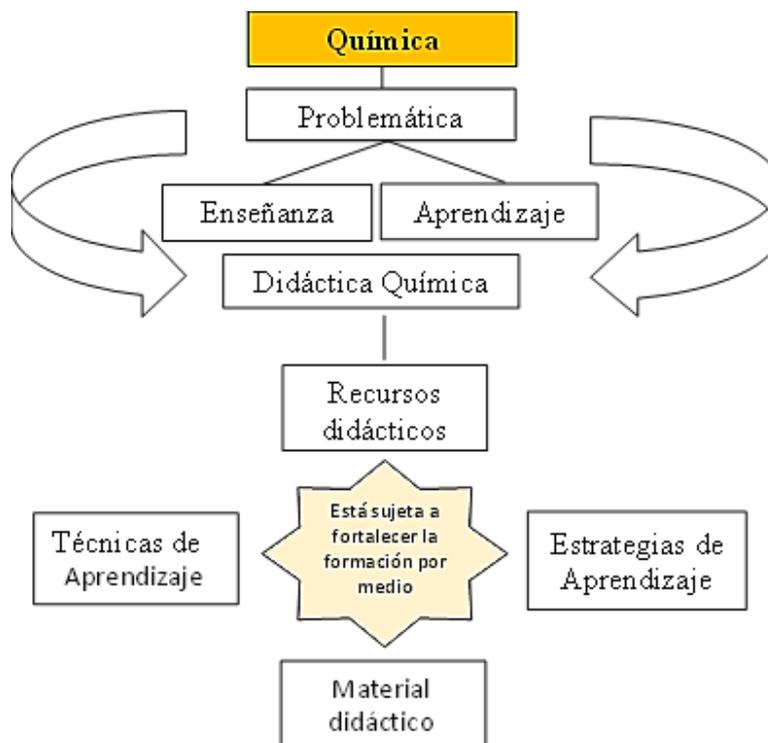
...acciones que el docente planifica con la finalidad de que el estudiante construya activamente su propio aprendizaje con la finalidad de alcanzar las metas establecidas para lo cual se requiere la evolución continua y guía en sus esfuerzos con el perfeccionamiento de procedimientos y técnicas innovadoras" (Carrillo, 2022, p. 26).

CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

Figura 1

Aporte de la didáctica hacia las dificultades de la Química



Nota. Adaptado de *La didáctica de la química: una disciplina emergente* de Baños (2004), TED: Tecné, Episteme y Didaxis, 15, p. 78.

Análisis de las dificultades en el aprendizaje de la Química

Se reconoce que las dificultades en la enseñanza de la Química pueden tener un impacto negativo tanto en la motivación como en la adquisición de conocimientos, en los últimos años, las dificultades en la enseñanza aprendizaje de la Química han sido objeto de numerosas investigaciones (Bernal & González, 2015; Cárdenas & González, 2005; De la Rosa, 2011; Etxabe, 2019; Quintanal, 2023) que muestran a la Química como una asignaturas desafiante para el aprendizaje, que esto se atribuye a la complejidad y extensión de sus temas.

En el bachillerato ecuatoriano, durante el primer curso, los estudiantes se encuentran con el desafío de aprender numerosos temas como la tabla periódica, los átomos, los números de oxidación, así como la formación y nomenclatura de compuestos. En el segundo curso, los estudiantes enfrentan retos significativos con las reacciones químicas, los gases, el balanceo de ecuaciones y los cálculos estequiométricos. Finalmente, en el tercer curso, los temas más problemáticos suelen ser los relacionados con los hidrocarburos y la química del petróleo (Ministerio de Educación, 2019), este patrón de dificultades refleja la complejidad

inherente a diversos aspectos de la Química presentes en el currículo educativo, estas dificultades pueden atribuirse a componentes internos como externos (Ojeda et al., 2018). Entre los mecanismos internos se localizan el aforo de procesamiento de información de los estudiantes, mientras que factores externos incluyen la propia naturaleza de la Química como disciplina.

Ante esto, en esta investigación se procedió a otorgar la voz a los participantes con la intención de explorar desde sus experiencias individuales de los estudiantes las raíces de las dificultades en aprendizaje de Química, además de comprender las razones subyacentes detrás de estas barreras percibidas durante el bachillerato y sus estrategias de afrontamiento, mediante enfoque mixto se busca hacer una comprensión más profunda del fenómeno de estudio. Además, que contribuirá a la búsqueda de estrategias pedagógicas novedosas, centradas en las necesidades reales de los estudiantes, con el motivo de fortalecer su comprensión y aprecio por la Química en la educación

Con este análisis, este estudio tiene por objetivo comprender las dificultades del alumnado en el aprendizaje de Química durante el Bachillerato, desde su opinión, e identificar alternativas didácticas utilizadas para afrontarlas, y mejorar de esta manera el entorno en donde la Química no solo sea un área de estudio, sino una disciplina para entender y abordar los desafíos del mundo contemporáneo.

MÉTODO

El presente trabajo se abordó bajo un enfoque mixto (Hernández et al., 2014), que reúne aspectos cuantitativos como cualitativos: En el caso, cuantitativo intenta conseguir estadísticas que reflejen la experiencia de los estudiantes es el estudio de la Química. Por su parte, lo cualitativo responde a la necesidad dar el contenido interpretativo a los datos, además de realizar una revisión bibliográfica para conocer las estrategias didácticas más actuales utilizadas en la enseñanza aprendizaje de Química, estos enfoques proporcionan una comprensión más completa del fenómeno de estudio (Jiménez et al., 2019).

La metodología se desarrolló a partir de dos criterios planteados por Armijos et al. (2023), la etapa inicial implicó la recopilación de datos a través de la búsqueda y la revisión de la literatura vinculada al tema de investigación. La segunda fase abarcó la aplicación de una encuesta hasta el análisis de los resultados obtenidos que fueron representados mediante graficas y procesados en el programa IBM SPSS *Statistics* 27.

CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

Etapa 1: *Levantamiento de información y elaboración del instrumento*

Esta etapa parte del levantamiento de información, se consideró la revisión y el análisis de diversos documentos. El cuestionario empleado se diseñó tomando como referencia el instrumento propuesto por García et al. (2015), abarcando las temáticas fundamentales correspondientes a los contenidos de la asignatura, en la que se solicitó a los participantes que identifiquen los motivos de dicha dificultad a partir de una lista predeterminada.

Etapa 2: *Aplicación de la encuesta y análisis de los resultados*

La encuesta fue aplicada a 120 estudiantes de Tercero de Bachillerato del Bachillerato General Unificado y Bachillerato Internacional de los paralelos A, B, C y D de una Unidad Educativa Fiscal del Ecuador. Las respuestas del cuestionario aplicado establecieron una clara fiabilidad, los resultados de los estadísticos (ω de McDonald de 0.846) y (α de Cronbach de 0,835) mostraron una buena consistencia interna en las respuestas.

La selección de los participantes se realizó mediante un muestro no probabilístico de tipo censal por criterios que según López (1998) se refiere a en el que “todas las unidades de investigación son tratadas como parte de la muestra” (p. 75). El principal criterio de selección fue que estuvieran matriculados en tercero de bachillerato, durante el periodo 2021-2022.

También hay que indicar que en esta etapa se obtuvo el consentimiento de los participantes en lo que respecta a los principios éticos. En donde:

- 1) Se concedió el permiso para la divulgación de la información con propósitos estrictamente académicos, y
- 2) Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los estudiantes participantes y de la institución.

RESULTADOS

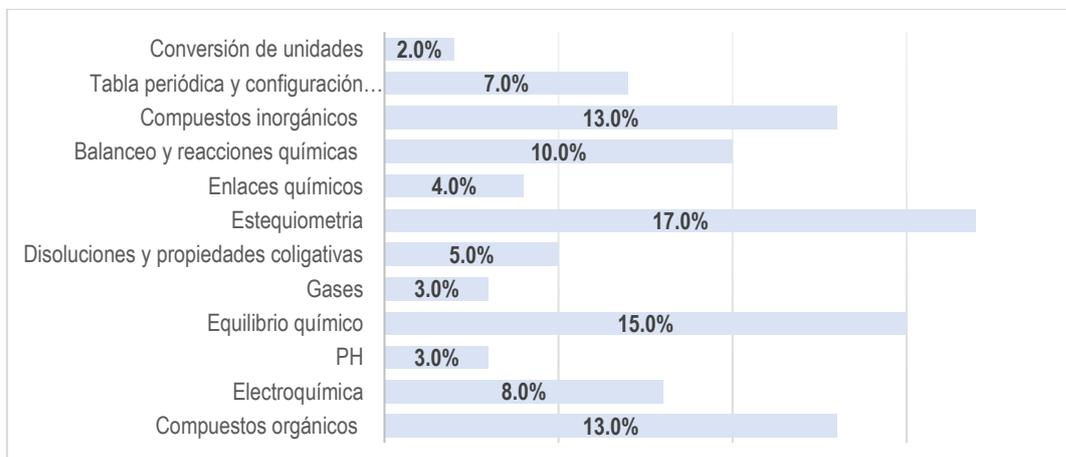
3.1. Dificultades de aprendizaje de los temas de Química

La Figura 2 recoge los datos de la opinión del estudiantado con respecto a las dificultades en el aprendizaje en diferentes temas vistos en la asignatura, se observa que todos los bloques temáticos presentan algún nivel de dificultad, aunque los temas conversión de unidades, enlaces químicos, gases y pH son los que muestran menor dificultad. De los doce bloques temáticos abordados, los estudiantes identifican cinco como los más desafiantes: estequiometría, equilibrio químico, compuestos orgánicos, compuestos inorgánicos, balanceo y reacciones

químicas, electroquímica, y, como ultimo la tabla periódica y configuración electrónica.

Figura 2

Porcentajes de los temas difíciles seleccionados por los alumnos

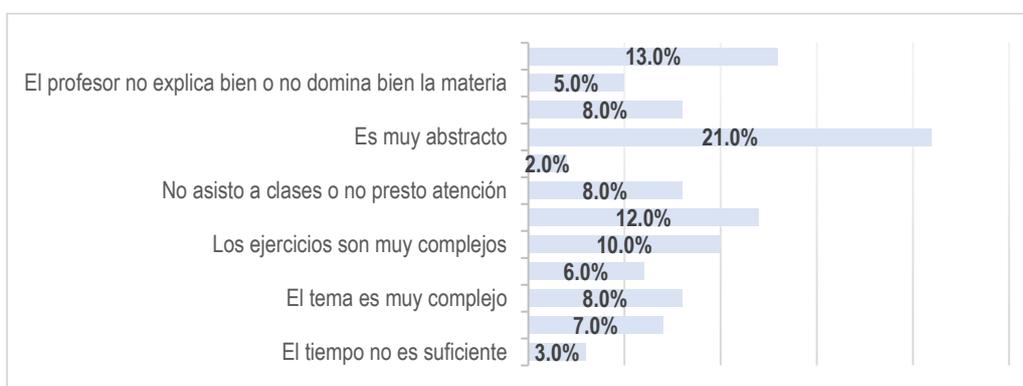


3.2. Análisis de las principales dificultades de aprendizaje

En la Figura 3 la mayor parte del alumnado indica que encuentra utilidad y el tiempo fue suficiente, de igual manera entre las principales razones que el alumnado señala, es que su estudio requiere de mucha memorización; la consideran como una asignatura abstracta, y esto se debe a que ellos mismo indicaron el no asistir a clases y debido a que los temas son complejos de entender. Además, hacen referencia a que el profesor no explica bien o no domina bien la asignatura y reconocen que la realización de los ejercicios es compleja y que no estudian la materia con regularidad debido a que contiene temas muy superficiales y específicos, y que los recursos tecnológicos aplicados son limitados.

Figura 3

Razones que expresan los alumnos para la dificultad de los estudiantes



CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

3.3. Estrategias didácticas para la enseñanza aprendizaje

Son diversas las investigaciones y las estrategias utilizadas por los educadores para vencer los obstáculos en el aprendizaje de la Química, según Díaz-Barriga (2010) es necesario “adoptar por enfoques innovadores, para cambiar las perspectivas que tiene los estudiantes” (p. 55), que apuntan a una enseñanza de calidad. En este escenario a partir de reflexiones y experiencias asumidas por los investigadores se da a conocer diversas estrategias usadas para afrontar dichas dificultades.

Tecnologías de la información y la comunicación

La integración de las tecnologías y recursos interactivos (Figura 4) en la enseñanza de la Química se presenta como una oportunidad para ampliar el alcance y la efectividad del aprendizaje ofrecen a los estudiantes experiencias prácticas sin restricciones geográficas o temporales, permitiendo un acceso más amplio a recursos educativos de calidad.

Figura 4

Alta gama de los recursos digitales para el aprendizaje



Nota. <http://tinyurl.com/5etpzc82>

Recursos y herramientas tecnológicas

Los recursos didácticos tecnológicos (Figura 5) han desempeñado un papel significativo en los procesos de enseñanza y aprendizaje, estudios (Chonillo-Sislema, 2024a; Orrego & Aimacaña, 2023a, 2018b) han demostrado que las herramientas *Educaplay*, *ChemSketch*, *Liveworsheet*, otros como *Blogs*, *Pizarra digital interactiva*, *videos interactivos*, *mapas interactivos*, entre otros, que influyen

significativamente en el aprendizaje de la Química porque mediante ellos estudiantes pueden participar activamente en la generación de nuevos conocimientos tanto de manera individual como en colaboración con otros compañeros, fomentando así el interés y la creatividad en el proceso educativo.

Simuladores y laboratorios virtuales

La inclusión de simuladores y laboratorios virtuales (LV) (Figura 6) han sido otra de las estrategias que muchos académicos han implementado actualmente (Casa-Coila et al., 2023; Chonillo-Sislema, 2022b; Delgado et al., 2021; Rodriguez et al., 2021; Urquizo et al., 2022) muestran la factibilidad de los programas y software *PhET*, *Crocodile Chemistry 605*, *Yenka*, *Model ChemLab*, *ChemLab V2.5*, *VLab*, de igual manera *VLabQ*, *Chemlab 2.4* ideales para química analítica, han influido en el aprendizaje experimental, y la formación de habilidades prácticas y científicas esto se debe a que proporcionan un área interactiva para llevar a cabo experimentos que incluyen equipos, balanzas, vasos de precipitado, embudos, buretas, matraces, etcétera.

Estos escenarios experimentales permiten a los estudiantes visualizar y manipular moléculas, observar cambios en tiempo real y comprender las relaciones estructurales y funcionales, que fortalecen la conexión entre la teoría y la práctica de esta forma el aprendizaje se vuelve significativo y duradero, promoviendo de esta manera enfoque más experimental y reflexivo en el estudio de la Química.

La realidad virtual y la realidad aumentada

La integración de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) (Figura 7) en el aprendizaje de Química ha transformado la forma en que los estudiantes interactúan con los conceptos de esta disciplina de acuerdo con (Carrizo et al., 2022; Hernández et al., 2021; Iriarte et al., 2022; López et al., 2022; Mendoza et al., 2022; Merino et al., 2015; Romero et al., 2020) estas tecnologías emergentes han permitido a los estudiantes sumergirse en entornos tridimensionales realistas, que facilitan la comprensión de conceptos al proporcionar una experiencia visual y táctil inmersiva, pues ofrecen una capa adicional de información contextual a través de dispositivos como tabletas o gafas inteligentes mediante esta forma de aprendizaje los estudiantes pueden superponer modelos moleculares virtuales sobre objetos del mundo real, observando interacciones y estructuras a una escala microscópica.

CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

Figura 5

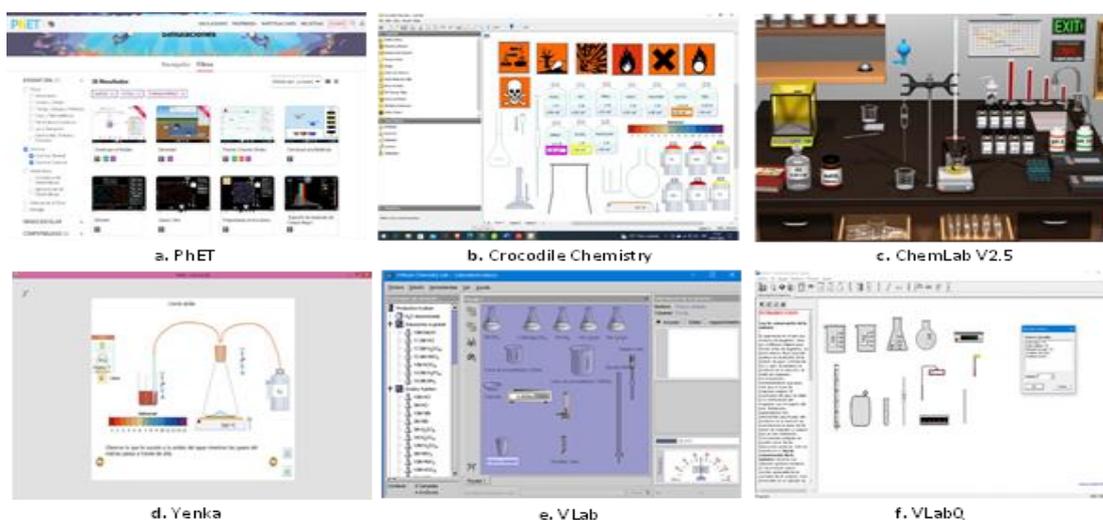
Recursos didácticos digitales usados en Química



Nota. Imágenes tomadas de la web.

Figura 6

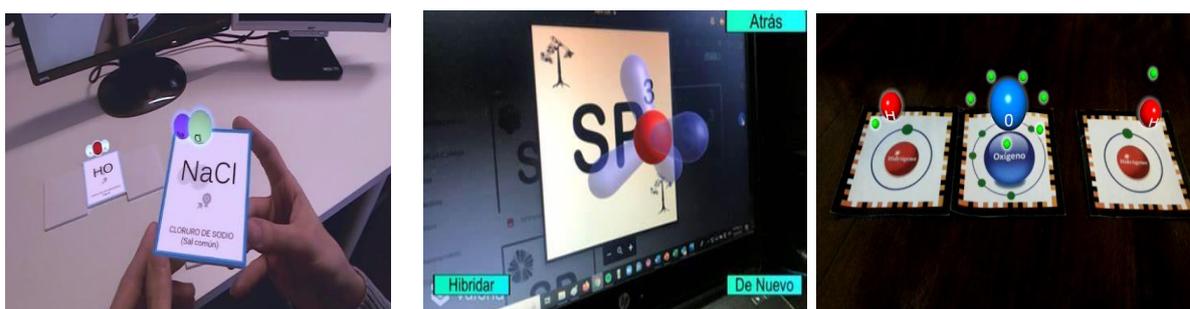
Los laboratorios y simuladores Virtuales usados en Química



Nota. Imágenes tomadas de la web.

Figura 7

Integración de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) en Química



a. Simulación aumentada del cloruro de

b. Simulación aumentada en hibridación

c. Simulación aumentada para comprender la distribución de electrones

Nota. Imágenes tomadas de la web.

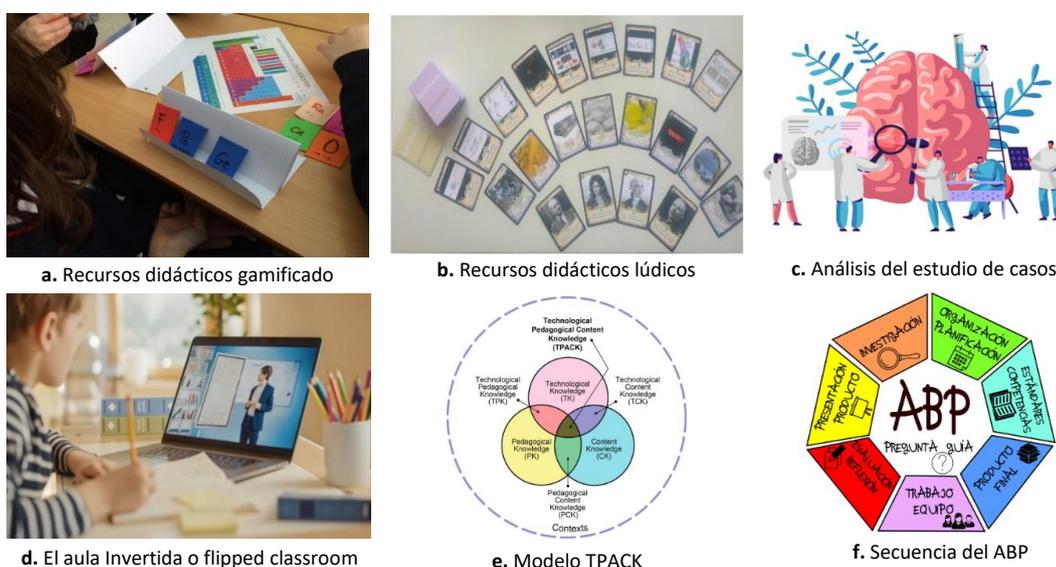
Metodologías innovadoras

Otra forma de aprendizaje ha sido la utilización de metodologías en la enseñanza-aprendizaje (Figura 8) en Química, investigaciones como (Avello-Martínez, 2024; Díez, 2019; Heredia, 2023; Maila et al., 2020; Quishpe, 2023;

Suárez, 2023; Tapia et al., 2019) han incluido la gamificación, la pedagogía lúdica, el aula invertida, el aprendizaje visual, ABP (aprendizaje basado en proyectos y en problemas), la metodología del Caso, el modelo el contenido TPACK, entre otros, que han generado un impacto significativo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, que destacan por fomentar un enfoque más participativo y colaborativo en el aula que promueve en los estudiantes desarrollar habilidades críticas y analíticas, creando un entorno educativo más estimulante, accesible y efectivo para los estudiantes.

Figura 8

Diferentes metodologías y métodos utilizados en Química



Nota. Imágenes tomadas de la web.

Recursos y materiales didácticos

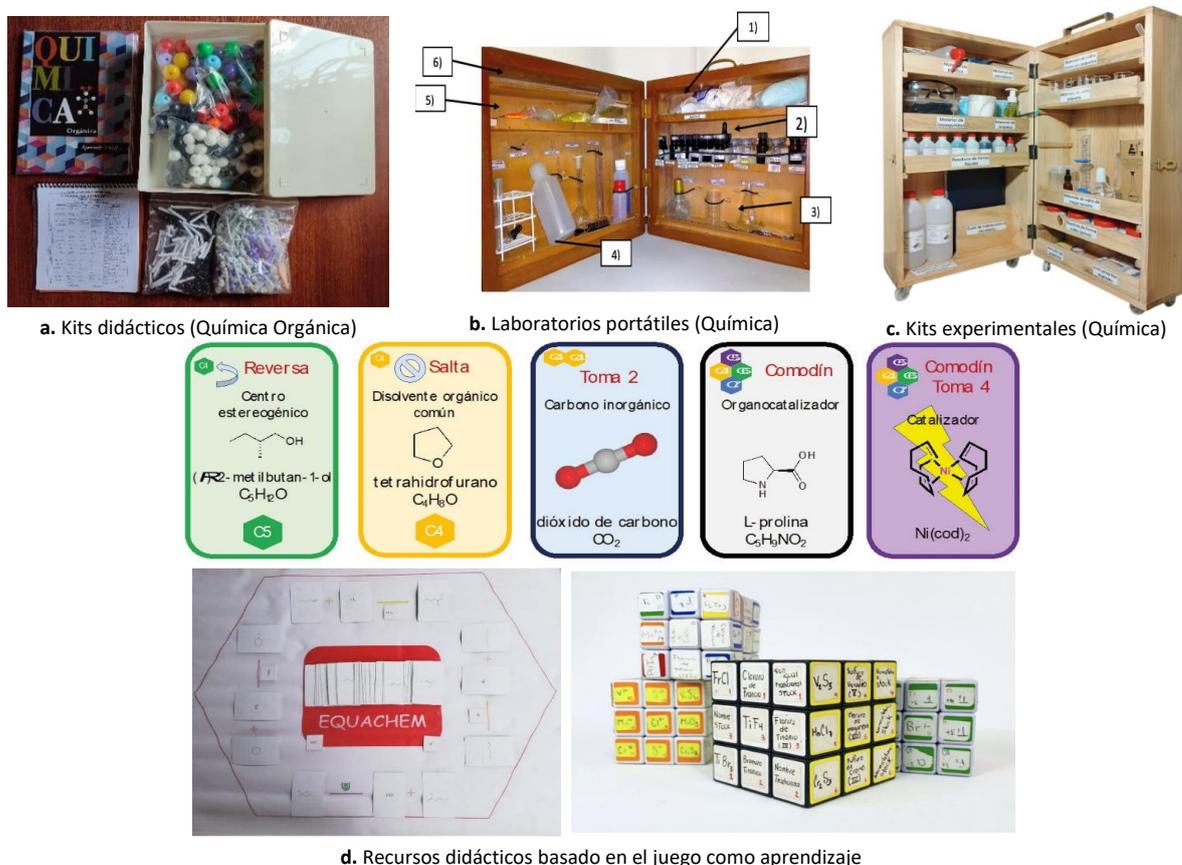
Desempeñan un papel importante en los procesos innovadores en la enseñanza de la Química (Figura 9), estos materiales pedagógicos contribuyen en la comprensión de conceptos y a la consolidación del conocimiento químico, estudios como (Chonillo-Sislema, 2023c; Chonillo-Sislema et al., 2023d; Gutierrez & Barajas, 2019; Poma, 2023; Reina, 2023; Vargas-Rodríguez et al., 2023; Vizcarra & Vizcarra, 2021) han implementado recursos innovadores para despertar el interés de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias desde el uso kits didácticos, kit experimentales, laboratorios portátiles, recursos didácticos bajo la metodología de juegos que permiten a los estudiantes aborden los conceptos químicos desde diversas perspectivas que enriquecen la experiencia de aprendizaje al proporcionar un entorno dinámico y atractivo. Asimismo, contribuyen a aumentar la motivación y el interés por la Química.

CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

Figura 9

Recursos didácticos innovadores implementados en la enseñanza de Química



Nota. Imágenes tomadas de los estudios descritos.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos ponen en manifiesto que los estudiantes enfrentan dificultades durante su formación académica, reflejadas principalmente en el bajo rendimiento académico, escaso interés en el estudio, tasas de repitencia y una actitud generalmente pasiva en el entorno educativo (Cárdenas & González, 2005). Estos inconvenientes se atribuyen a varios factores observados por Etxabe (2019), entre ellos: la falta de dominio en la estructura y nomenclatura de los compuestos moleculares; dificultades para diferenciar cada uno de los grupos funcionales presentes en las moléculas; y desafíos al abordar propiedades tanto químicas como físicas de los compuestos.

Las tendencias identificadas proporcionan una visión contextualizada, en las áreas con mayor desafío que los estudiantes asumieron en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Figura 3 se observa mayor porcentaje de obstáculos predominantes en la comprensión de la Química esto concuerda con Bernal y González (2015) que la enseñanza de la Química se ha enseñado mayormente

mediante un enfoque algorítmico basado en ejercicios de aplicación, que suelen ser utilizados como complemento en la enseñanza de química, de la misma manera a Gómez (2011) cuando abordan temas de Química los estudiantes muestran un conocimiento superficial que caen en el estudiante la falta de claridad en cuanto a las representaciones simbólicas.

Al respecto, Easa y Blonder (2022) indican que gran parte de estudiantado optan frecuentemente por un enfoque memorístico para asimilar conceptos, lo que genera obstáculos en su proceso de aprendizaje en el ámbito de la Química.

También gran parte de los problemas en Química (Bizzio et al., 2024; Rivadeneira et al., 2020) se debe al poco interés de los estudiantes por aprender Química debido a que suele ser resultado de la escasa motivación hacia esta ciencia y la percepción de su aprendizaje como complejo, además de no ser considerada como algo útil para su vida futura.

Como hemos visto es alarmante las dificultades (Figura 4) que los estudiantes de bachillerato enfrentan al aprender Química, las razones se deben a la complejidad de los conceptos químicos, la falta de conexión entre la teoría y su aplicabilidad en la vida cotidiana, o incluso métodos de enseñanza no se adaptan plenamente a las necesidades individuales de los estudiantes (Vargas-Rodríguez et al., 2023). Esto a su vez se ve reflejando a que:

La enseñanza de la Química se caracteriza por resultar aburrida o confusa, lo que representa una barrera significativa para el proceso de aprendizaje. En muchas ocasiones, los estudiantes recurren al mero memorismo para superar los exámenes, sin lograr una comprensión, lo que conduce al olvido de los conceptos poco después de haber culminado. Si bien algunos estudiantes logran asimilar el lenguaje químico con facilidad, este no es el caso para la mayoría, quienes enfrentan dificultades significativas en este aspecto (Cantú, 1999, pp. 2-3).

Debido a su naturaleza exacta, los estudiantes encuentran que los conceptos en esta disciplina son difíciles de visualizar, lo que puede resultar angustioso para algunos estudiantes al enfrentar la cantidad de datos a recordar, también se debe a razones identificadas por Zavala et al. (2010) como la desconcentración en las clases, debido a que los contenidos químicos son repetitivos y confusos; la apatía debido a la carencia de estrategias didácticas efectivas que puedan motivar e involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje; y que los contenidos son extensos y carentes de interactividad, también se contribuye a la falta de interés, entre otros.

CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

Además, la presencia de cálculos y fórmulas matemáticas en la química puede generar dificultades para aquellos estudiantes que carecen de habilidades matemáticas necesarias, afectando su rendimiento académico (Etxabe, 2019). Por lo tanto, es imperativo abordar estas preocupaciones para crear un ambiente de aprendizaje más accesible y motivador para los estudiantes en su formación académica.

En la enseñanza de la Química, el uso de estrategias pedagógicas juega un papel fundamental en el fomento del interés y la comprensión de los estudiantes. La Química, al ser una disciplina que abarca conceptos abstractos y procesos complejos, requiere enfoques didácticos que estimulen la participación, desde la perspectiva de Díaz-Barriga (2010) la incorporación de métodos innovadores, como el uso de tecnologías educativas, prácticas experimentales virtuales entre otros, no solo facilitan la asimilación de conceptos, sino que también motiva a los estudiantes al demostrar la relevancia y aplicabilidad de la Química en su vida cotidiana.

El estudio de la Química demanda una enseñanza que refleje los últimos descubrimientos en el campo, pues esto se asume a la idea de Maila et al. (2020) que el uso constante de estrategias didácticas no solo asegura que los estudiantes adquieran conocimientos actualizados, sino que también los prepara para enfrentar los desafíos y oportunidades que surgen en un mundo cada vez más impulsado por la ciencia y la tecnología.

CONCLUSIONES

Los estudiantes expresan dificultades cuando se enfrentan a una carga excesiva de teoría, falta de interacción práctica, desde la opinión de los alumnos se identificó que los temas con mayor dificultad fueron estequiometría, compuestos orgánicos, electroquímica, equilibrio químico, balanceo y reacciones químicas, compuestos inorgánicos, y la tabla periódica y la configuración electrónica. Las razones se deben a que requiere de mucha memorización; los temas son muy abstractos y los ejercicios son complejos de entender y resolverlos ya que los recursos tecnológicos son limitados como resaltan los educandos.

La introducción de tecnologías educativas, simulaciones interactivas, laboratorios virtuales, materiales y recursos didácticos, así como la adopción de metodologías educativas contemporáneas, se presentan como una solución imperativa para mejorar la enseñanza de la Química que no solo tienen el potencial de hacer que el proceso de aprendizaje sea más atractivo, sino que también ofrecen a los estudiantes herramientas adicionales para comprender de manera más efectiva conceptos abstractos y complejos impulsando a la

participación, el interés y conocer la relevancia de la Química en el contexto de la sociedad actual, contribuyendo así a superar los desafíos previamente identificados y promoviendo un entorno educativo más estimulante y eficaz.

Como hemos visto las dificultades en la enseñanza de la Química está abierto a posibles solucionadas producto de la innovación, como líneas futuras se invita a investigadores y académicos a abordar de qué manera los estudiantes están abordando los obstáculos identificados y qué estrategias están empleando para superarlos, conocer el impacto de las intervenciones didácticas, como nuevas metodologías de enseñanza, tecnologías educativas o programas de apoyo, con el objetivo de identificar las estrategias más efectivas para mejorar el interés y la comprensión de la Química. Asimismo, se debería abordar la influencia de factores individuales, socioeconómicos y culturales en el aprendizaje de la Química, brindando una comprensión más completa de los determinantes que afectan el rendimiento y la motivación de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armijos, J. C., Egaña, S., Ziller, K., & Armijos, J. P. (2023). Impacto de las clases virtuales en estudiantes universitarios durante el COVID-19. *Revista Andina de Educación*, 6(1), 000618. <https://doi.org/10.32719/26312816.2022.6.1.8>
- Avello-Martínez, R. (2024). La gamificación en la Educación Secundaria: Estrategia Innovadora para Fomentar la Motivación de Estudiantes. *Emerging Trends in Education*, 6(12), 92-104. <https://doi.org/10.19136/etie.a6n12.6032>
- Bernal, C., & González, J. J. (2015). *Dificultades en el aprendizaje de conceptos químicos relacionadas con las disoluciones en un grupo de estudiantes de grado once* [Tesis de Maestría, Universidad de La Salle]. Repositorio de Digital de la UniSalle. <http://tinyurl.com/y4yexu6n>
- Bizzio, M. Á., Guirado, A. M., & Maturano-Arrabal, C. I. (2024). Uso de simulaciones científicas interactivas para fortalecer la formación inicial de docentes de Química. *Revista Educación*, 48(1). <https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.56052>
- Cantú, G. (1999). *Propuesta didáctica: una estrategia didáctica para el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica en el nivel medio superior* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio académico digital de UANL. <http://eprints.uanl.mx/670/1/1020126715.PDF>

CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

- Cárdenas, F. A., & González, F. (2005). Dificultades de aprendizaje en química general y sus relaciones con los procesos de evaluación. *Enseñanza de Las Ciencias, Extra*, 1-6. <http://tinyurl.com/2dbn9zhj>
- Carrillo, L. E. (2022). Didáctica de Química 1: Aprenda Fácil. Editorial UNACH, 1-288. <https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.59>
- Carrizo, M. A., Barutti, M. E., & Soto, S. B. (2022). Incorporación de realidad aumentada como propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de ciencias. *Educación En La Química*, 28(01), 63-73. <http://tinyurl.com/35r27mvv>
- Casa-Coila, M. D., Mamani-Vilca, P. S., Tisnado-Mamani, L. M., Pari-Achata, D., & Vilca-Apaza, H. M. (2023). Model Chemlab and Phet Simulator: A Didactic Resource for Chemistry Learning in Undergraduate Students. *International Journal of Membrane Science and Technology*, 10(5), 59-75. <https://doi.org/10.15379/ijmst.v10i5.2420>
- Chonillo-Sislema, L. (2023a). *Implementación de un kit didáctico como recurso para el aprendizaje de Química Orgánica, con los estudiantes de sexto semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología, de la Universidad Nacional de Chimborazo*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Chimborazo]. Repositorio Institucional de la Unach. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12012>
- Chonillo-Sislema, L. O. (2022b). El laboratorio virtual "Crocodile Chemistry" como estrategia didáctica para el aprendizaje de química. In *Actas del Congreso Internacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (INUDI - UH, 2022)* (pp. 104-123). Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.c.01.07>
- Chonillo-Sislema, L. O. (2024c). La herramienta interactiva liveworksheet como recurso didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de química. *Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 22. <http://tinyurl.com/yckcdt2y>
- Chonillo-Sislema, L., Sucari, W., Rocha, N., & Solís-Luis, F. (2023d). Influencia de los kits didácticos en el aprendizaje de las ciencias experimentales química y biología: Hallazgos desde la literatura científica. *Technological Innovations Journal*, 2(3), 7-24. <https://doi.org/10.35622/j.ti.2023.03.001>
- De la Rosa, L. R. (2011). Problemáticas y Alternativas en la Enseñanza de la Química en la Educación Media en la Isla de San Andrés, Colombia [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. In *Bogotá, Colombia*. <http://tinyurl.com/m3mkmfe9>

- Delgado, N., Kiauzowa, M., & Escobar, A. (2021). Simulador virtual PhET para aprender Química en época de COVID-19. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i3.2641>
- Díaz-Barriga, F. (2010). Los profesores ante las innovaciones curriculares. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 1(1), 37-57. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=299128587005>
- Díez, J. (2019). *QUIMICARDS: enseñanza mediante gamificación en Educación Secundaria para la mejora del aprendizaje de la tabla periódica* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://oa.upm.es/57000/>
- Easa, E., & Blonder, R. (2022). Development and validation of customized pedagogical kits for high-school chemistry teaching and learning: the redox reaction example. *Chemistry Teacher International*, 4(1), 71-95. <https://doi.org/10.1515/cti-2021-0022>
- Etxabe, J. M. (2019). Dificultades en el aprendizaje de la Química en el Grado en Educación Primaria. In REDINE (Ed.), *CIVINEDU 2019:3rd International Virtual Conference on Educational Research and Innovation* (pp. 182-185). Adaya Press. <http://tinyurl.com/2w252695>
- Galleguillos, M. A., Osorio, M., Álvarez, N., Caamaño, C., González, P., Barbagelata, M. J., Manríquez, G., & Adarmes, H. (2019). Implementación de Taller de Aprendizaje Activo en Aulas masivas para potenciar el rendimiento académico en Química, en estudiantes de Medicina Veterinaria de primer año. *Educación Química*, 30(2), 90. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.2.65067>
- García, M., Segovia, Y., Gómez-Torres, M. J., Sempere Ortells, J. M., Martínez-Peinado, P., & Romero, A. (2015). Dificultades en el aprendizaje de la Biología Celular según la opinión del alumnado. In M. T. Tortosa, J. D. Álvarez, & N. P. Buades (Eds.), *XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio* (pp. 2585-2596). Universidad de Alicante. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/49669>
- Gómez, M. R. (2011). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación Química*, 19(3), 201. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2008.3.25832>
- Gutierrez, A., & Barajas, D. S. (2019). Incidencia de los Recursos Lúdicos en el Proceso de Enseñanza - Aprendizaje de la Química Orgánica I. *Educación Química*, 30(4), 57. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.4.69991>

CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

- Heredia, D. V. (2023). *La metodología Método del Caso (MdC), para el aprendizaje de la Química General en estudiantes de segundo semestre de la carrera de Ciencias Experimentales Química Y Biología de la Universidad Nacional del Chimborazo* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Chimborazo]. Repositorio Digital de la UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11735>
- Hernández, D., Bottner, E., Cataldo, F., & Zaragoza, E. (2021). Aplicación de Realidad Aumentada para Laboratorios de Química. *Educacion Quimica*, 32(3), 30–37. <https://doi.org/10.22201/FQ.18708404E.2021.3.68129>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGrall Hill.
- Iriarte, A., González, M. P., & Suarez, R. (2022). Retos y oportunidades de la realidad mixta en la enseñanza de la química. *Programación Matemática y Software*, 14(3), 57–64. <https://doi.org/10.30973/progmat/2022.14.3/7>
- Jiménez, M., Fernández-Pacheco, G., & Cuervo, A. (2019). *Metodología mixta; estudios de caso*. <http://tinyurl.com/4buu2kha>
- López, J. (1998). *Procesos de investigación*. Panapo.
- López, M. F., Ferrer, L., Videla, S., Ohanian, G., & Vardaro, S. (2022). Realidad Aumentada como recurso disruptivo para explorar la Química Orgánica. *Educación En La Química*, 28(01), 74–83. <http://tinyurl.com/2cys9nkc>
- Maila, V., Figueroa, H., Pérez, E. Y., & Cedeño, J. (2020). Estrategias lúdicas en el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica. *Cátedra*, 3(1), 59–74. <https://doi.org/10.29166/10.29166/catedra.v3i1.1966>
- Mendoza, D. J., Flores, E. M., Paredes, A. G., & Sanango, C. K. (2022). La realidad aumentada en la enseñanza y aprendizaje de la biología y química universitaria: una revisión sistemática. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218*, 3(8), e381766. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i8.1766>
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. M., & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación Química*, 26(2), 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.04.004>
- Ministerio de Educación. (2019). *Currículo de los niveles de educación obligatoria*. Ministerio de Educación.
- Ojeda, R. I., Becerril, M. N., & Vargas, L. A. (2018). La importancia del aprendizaje social y su papel en la evolución de la cultura. *Revista Argentina de*

- Antropología* *Biológica*, 20(2), 2.
<https://doi.org/10.17139/raab.2018.0020.02.02>
- Orrego, M., & Aimacaña, C. (2023). El ChemSketch en el aprendizaje de Química Orgánica. In C. P. Naranjo (Ed.), *Educación: Nuevas Perspectivas* (pp. 137–152). <https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.95>
- Orrego, M., & Aimacaña, C. J. (2018). Herramienta multimedia educaplay como recurso didáctico en el proceso enseñanza- aprendizaje de química y física general. *Polo Del Conocimiento*, 3(10), 44.
<https://doi.org/10.23857/pc.v3i10.729>
- Ortegon, Y., & Delgado, J. A. (2021). Implementación de herramientas virtuales como estrategia para mejorar los procesos de enseñanza/aprendizaje (E/A) en la educación media. *Sophia*, 17(2), e881.
<https://doi.org/10.18634/sophiaj.17v.2i.881>
- Poma, G. A. (2023). *Implementación del Laboratorio Portátil para el aprendizaje experimental de Química, con estudiantes de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Milton Reyes* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Chimborazo]. Repositorio Institucional de la Unach. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11569>
- Quijano, A. A., & Navarrete, Y. (2022). Enseñanza de la química: Necesidad de un fortalecimiento y comprensión en estudiantes de bachillerato. *Revista Oratores*, 13–23. <https://doi.org/10.37594/oratores.n15.603>
- Quintanal, F. (2023). Aprendizaje basado en problemas para Física y Química de Bachillerato. Estudio de caso. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 20(2).
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.201
- Quishpe, S. E. (2023). *Demostración de la utilidad del ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) y Genially en el aprendizaje de Genética y Embriología con estudiantes de séptimo semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Química y Biología* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Chimborazo]. Repositorio Digital de la UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12199>
- Reina, M. (2023). GALIO Gaming: Aprendizaje Lúdico de Química Inorgánica y Orgánica Parte 1: Desarrollo de un proyecto lúdico-didáctico en la Facultad de Química de la UNAM. *Educación Química*, 34(2), 108–138.
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.2.83704>

CAPÍTULO XXII

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN EL BACHILLERATO, DESDE LA OPINIÓN DEL ALUMNADO Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA SUPERARLAS

- Rivadeneira, M. P., Hernández, B. I., Rivadeneira, L., Rivadeneira, J., Mendoza, K. L., & Chávez, M. D. (2020). Breve aproximación teórica al modelo de aula invertida y su posible contribución al desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes universitarios. *Revista Boletín Redipe*, 9(11), 63–69. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i11.1107>
- Rodriguez, Y., Obaya, A. E., & Vargas-Rodriguez, Y. (2021). ICT: Didactic Strategy using Online Simulators for the Teaching Learning of the Law of Conservation of Matter and its Relationship to Chemical Reactions in Higher Middle Education. *International Journal of Educational Technology and Learning*, 10(2), 56–67. <https://doi.org/10.20448/2003.102.56.67>
- Romero, L. E., Cholula, J. L., & Rodríguez, B. E. (2020). La ciencia en 3D. Aprendizaje de la Química aplicando actividades de realidad aumentada. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.499>
- Sepúlveda, L. (2014). *La incorporación de la tecnología en la enseñanza de la química* [Tesis de Licenciatura, Universidad del Valle]. Biblioteca Digital de la UniValle. <https://hdl.handle.net/10893/7189>
- Sosa, J. A., Rodriguez, A. A., Alvarez, W. O., & Forero, A. (2020). Mobile learning como estrategia innovadora en el aprendizaje de la química inorgánica. *Espacios*, 41(44), 201–216. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n44p15>
- Suárez, E. N. (2023). *El modelo TPACK en el proceso de enseñanza aprendizaje de Bioquímica con los estudiantes de séptimo semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología de la Universidad Nacional de Chimborazo* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Digital. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11652>
- Tapia, T. G., Arias, A. de las M., & Westermeyer, M. A. (2019). Gamificación: propuesta didáctica para la enseñanza de la química en cursos masivos. *Revista Internacional de Aprendizaje En La Educación Superior*, 5(2), 81–88. <https://doi.org/10.37467/gka-revedusup.v5.1839>
- Urquiza, E. P., Sánchez, N. del J., & Orrego, M. C. (2022). Experimental activities using virtual simulators to learn chemistry during COVID-19 pandemic. *Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 17, 122–137. <https://doi.org/10.37135/chk.002.17.08>
- Vargas-Rodríguez, Y. M., Obaya-Valdivia, A. E., Sosa Fernández, P., Rivero Gómez, D., & Lima Vargas, S. (2023). El cubo RUBIQUIM como herramienta en el aprendizaje basado en juegos para la enseñanza de la

nomenclatura química inorgánica de sales binarias. *Educación Química*,
34(3), 143-161. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.3.84724>

Vizcarra, Y. A., & Vizcarra, A. M. (2021). Laboratorio portátil y aprendizaje de la
Química. *Educación Química*, 32(2), 37.
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.72724>

Zavala, G., Andrade, A. L., & Gómez, A. R. (2010). El método de estudio de casos
como una estrategia de aprendizaje activo en un curso de química en la
escuela secundaria. In C. R. Rodríguez (Ed.), *Innovación educativa para el
desarrollo humano* (pp. 117-126). Red de Posgrados en Educación.