



Integración de la ciencia y la tecnología

en la Enseñanza de la química: del aula tradicional al laboratorio virtual.

**Marcela Morales, María Fernanda Apiña, José Aucancela, Neycer Estrada,
Magdalena Ñamo, Karina Toapanta, Lillian Chimbo & Silvia Estrada**



La integración de la ciencia y la tecnología en la enseñanza de la Química

Del aula tradicional al laboratorio virtual

Autores:

MSc. Marcela Maribel Morales Tixi

MSc. María Fernanda Apiña Pérez.

MSc. José Manuel Aucancela Lema

Ing. Neycer Fabricio Estrada Moreta

Lic. Magdalena Norma Ñamo Cacoango

MSc. Karina Marisol Toapanta Viracocha

MSc. Lilian Avigail Chimbo Guzmán

Dra. Silvia Verónica Estrada Gaibor, MSc.





Datos bibliográficos

ISBN:	978-9907-803-16-7
Título del libro:	La integración de la ciencia y la tecnología en la enseñanza de la Química Del aula tradicional al laboratorio virtual
Autores:	Morales Tixi, Marcela Maribel Apiña Perez, Maria Fernanda Aucancela Lema, Jose Manuel Estrada Moreta, Neycer Fabricio Ñamo Cacoango, Magdalena Norma Toapanta Viracocha, Karina Marisol Chimbo Guzman, Lilian Avigail Estrada Gaibor, Silvia Veronica
Editorial:	SAGA
Materia:	370 - Educación
Público objetivo:	Profesional / académico
Publicado:	2026-03-17
Número de edición:	1
Tamaño:	5Mb
Soporte:	Libro digital descargable
Formato:	Pdf (.pdf)
Idioma:	Español
DOI:	https://doi.org/10.63415/saga.2026.75


Hecho en Ecuador / Made in Ecuador

Autores

MSc. Marcela Maribel Morales Tixi

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ marcela.morales@docentes.edu.ec

 <https://orcid.org/0009-0007-0385-2988>

Pastaza, Ecuador

Semblanza



Marcela Maribel Morales Tixi es Magíster en Educación con mención en Gestión del Aprendizaje Mediado por Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) e Ingeniera Química, profesional vinculada en el ámbito educativo, contando con una trayectoria de 5 años como docente en la Unidad Educativa Jefferson y 2 años en la Unidad Educativa Primero de Mayo, donde he contribuido con la innovación pedagógica, la experimentación y la integración de herramientas tecnológicas en los

procesos de enseñanza y aprendizaje.

Actualmente me desempeño como docente de la Unidad Educativa Primero de Mayo en Puyo, perteneciente al Ministerio de Educación del Ecuador, donde imparto asignaturas en el área de Ciencias Naturales, Química y Biología en los niveles de Básica Superior, Bachillerato General Unificado y Bachillerato Técnico. Mi labor educativa se ha enfocado en el desarrollo de estrategias didácticas innovadoras que favorezcan el aprendizaje y el uso responsable de las tecnologías digitales en el aula.

Además, cuento con una amplia experiencia en laboratorio de Química, Biología y calidad del agua, lo que me ha permitido explorar las destrezas de los estudiantes y liderar prácticas de laboratorio. Mi visión se orienta en transmitir nuevas tecnologías y el acceso a herramientas digitales para poder fortalecer el acceso a la educación.

MSc. María Fernanda Apiña Pérez

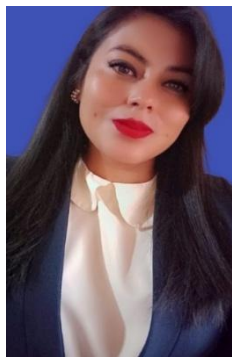
Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ maria.apina@docentes.educacion.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0009-0004-6681-0695>

Riobamba, Ecuador

Semblanza



María Fernanda Apiña Pérez es una destacada profesional en el ámbito de la educación inicial, con 9 años de experiencia dedicados al acompañamiento y formación integral de niños y niñas en sus primeros años de vida. Su trayectoria se distingue por un profundo compromiso con la excelencia educativa, la innovación pedagógica y la creación de entornos de aprendizaje que estimulan el desarrollo cognitivo, emocional y social de los estudiantes.

Es Licenciada en Educación por la Universidad Nacional de Chimborazo y cuenta con una Maestría cursada en la Universidad Estatal de Milagro, formación académica que le ha permitido fortalecer sus competencias profesionales y consolidar una visión integral de la enseñanza. Además, obtuvo un Diplomado en Crianza con Ternura en la Universidad de Buenos Aires, Argentina, lo que ha enriquecido su enfoque pedagógico basado en el respeto, el afecto y el acompañamiento consciente en el desarrollo infantil. Actualmente se desempeña también como Coordinadora educativa, liderando procesos pedagógicos, acompañando al equipo docente y promoviendo estrategias de mejora continua en la calidad educativa.

A lo largo de su carrera, María Fernanda ha impulsado la implementación de diversas metodologías activas, creativas y participativas, orientadas a fomentar la curiosidad, la autonomía y el amor por el aprendizaje en los niños y niñas. Su labor docente se caracteriza por la sensibilidad, la dedicación y la búsqueda constante de estrategias innovadoras que promuevan una educación de calidad, inclusiva y centrada en el desarrollo pleno de cada estudiante.

MSc. José Manuel Aucancela Lema

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



josem.aucancela@docentes.educacion.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0001-1812-762X>

Riobamba, Ecuador

Semblanza



José Manuel Aucancela Lema, es un profesional comprometido con la educación, con 10 años de experiencia en el acompañamiento y formación de estudiantes en distintos niveles del sistema educativo. Su trayectoria se ha enfocado principalmente en la enseñanza de Química en el nivel de Bachillerato y en el área de Ciencias Naturales en Educación General Básica Elemental, promoviendo el desarrollo del pensamiento científico, la curiosidad y la comprensión del entorno natural en sus

estudiantes.

A lo largo de su carrera docente, se ha destacado por implementar estrategias pedagógicas dinámicas e innovadoras que fomentan la participación activa, el análisis crítico y el aprendizaje significativo. Además, ha desempeñado funciones como coordinador de área, desde donde ha impulsado el trabajo colaborativo entre docentes, la planificación académica y el fortalecimiento de los procesos educativos dentro de la institución.


En cuanto a su formación académica, José Manuel Aucancela Lema es Licenciado en Ciencias de la Educación, Profesor de Biología, Química y Laboratorio por la Universidad Nacional de Chimborazo. Asimismo, cuenta con el título de Magíster en Gestión Educativa por la Universidad Particular de Especialidades Espíritu Santo, estudios que han fortalecido sus competencias en liderazgo, organización y mejora de la calidad educativa.

Su labor profesional se caracteriza por la responsabilidad, la vocación docente y el compromiso con la excelencia educativa, orientando su trabajo hacia una enseñanza científica de calidad que motive a los estudiantes a investigar, comprender y valorar el mundo que los rodea.

Ing. Neycer Fabricio Estrada Moreta

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ neicer.estrada@docentes.educacion.edu.ec

 <https://orcid.org/0009-0002-1883-5957>

Caluma, Ecuador

Semblanza



Neycer Fabricio Estrada Moreta es Magíster en Educación con mención en Gestión del Aprendizaje Mediado por Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) e Ingeniero Químico, profesional comprometido con la mejora continua de la educación, la innovación pedagógica y la integración de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Actualmente se desempeña como docente en la Unidad Educativa Caluma del Ministerio de Educación del Ecuador, donde imparte asignaturas de Ciencias Naturales, Química, Biología y Matemática en Educación General Básica y Bachillerato. Su labor se centra en la aplicación de estrategias didácticas innovadoras que fomentan el aprendizaje significativo, el pensamiento crítico y el uso responsable de las tecnologías.

Ha trabajado con estudiantes en condición de escolaridad inconclusa, promoviendo una educación inclusiva y flexible para jóvenes y adultos. Además, participa activamente en proyectos educativos, pedagógicos y comunitarios orientados a mejorar la calidad educativa, fortalecer la investigación escolar y promover la educación ambiental, manteniendo también un compromiso constante con la investigación y la innovación educativa.

Lic. Magdalena Norma Ñamo Cacoango

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



magdalena.namo@docentes.educacion.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0001-5393-9594>

Gatazo, Ecuador

Semblanza



Magdalena Norma Ñamo Cacoango es una profesional de la educación con una sólida trayectoria de más de 12 años de experiencia en el ámbito docente. Su labor académica se ha orientado principalmente a la enseñanza de Biología y Química en el nivel de Bachillerato, así como al área de Ciencias Naturales en Educación General Básica, promoviendo el desarrollo del pensamiento científico, la capacidad de análisis y el interés por la investigación en sus estudiantes.


Magdalena Norma Ñamo Cacoango se destaca por su compromiso con la innovación pedagógica, aplicando estrategias didácticas que promueven el aprendizaje significativo, la participación activa y el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. Además, ha ejercido funciones de coordinación académica, fortaleciendo el trabajo colaborativo docente y la planificación curricular.

Es Licenciada en Ciencias de la Educación con especialidad en Biología, Química y Laboratorio por la Universidad Nacional de Chimborazo y Magíster en Educación de Bachillerato con mención en Pedagogía de las Ciencias Naturales por la Universidad Estatal de Milagro, formación que respalda su liderazgo educativo, su ética profesional y su compromiso con una educación científica de calidad.

MSc. Karina Marisol Toapanta Viracocha

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ karinam.toapanta@docentes.educacion.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0003-1788-5864>

Latacunga, Ecuador

Semblanza



Karina Marisol Toapanta Viracocha es docente del Ministerio de Educación del Ecuador, con una trayectoria profesional de 8 años en el ámbito educativo. Durante este tiempo se ha desempeñado en instituciones de educación básica y bachillerato, donde ha impartido diversas áreas del conocimiento y ha contribuido al desarrollo académico y formativo de los estudiantes.

Su formación académica incluye el título de Licenciada en Ciencias de la Educación, Profesora de Biología, Química y Laboratorio. Posteriormente obtuvo el grado de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Química y Biología en la Universidad Nacional de Chimborazo.

A lo largo de su carrera docente ha participado activamente en procesos de actualización y seguimiento profesional, destacándose en áreas relacionadas con su campo de conocimiento. Además, ha integrado la innovación tecnológica en el área de Ciencias Naturales mediante capacitaciones orientadas al fortalecimiento de competencias pedagógicas y la aplicación de metodologías innovadoras.

Su experiencia se orienta a la integración de estrategias innovadoras y al desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Se caracteriza por mantener una actitud dinámica, creativa y comprometida al momento de impartir sus clases, promoviendo un ambiente participativo que favorece el aprendizaje significativo.

MSc. Lilian Avigail Chimbo Guzman

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



lilian.chimbo@educacion.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0007-8048-834X>

Riobamba, Ecuador

Semblanza



Lilian Avigail Chimbo Guzmán, cuenta, con una sólida trayectoria profesional en el ámbito educativo, con más de ocho años de experiencia en la formación de estudiantes en diferentes contextos educativos del Ecuador. A lo largo de su carrera ha desempeñado su labor pedagógica en instituciones educativas de la Sierra, tanto en sectores rurales como urbanos, lo que le ha permitido adquirir una amplia visión de las realidades sociales, culturales y educativas del país.


Su formación académica se consolidó en la Licenciatura en Educación, con mención Profesora de Biología Química y Laboratorio, obtenida en la Universidad Nacional de Chimborazo, institución que contribuyó a fortalecer sus conocimientos pedagógicos, didácticos y humanos, orientados al desarrollo integral de los estudiantes así también curso su posgrado en la misma universidad obteniendo el título de Magister en Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención en Química y Biología.

En la actualidad, ejerce su labor docente en el Centro de Privación de Libertad Chimborazo N°3, donde su trabajo adquiere un importante sentido social, contribuyendo a los procesos educativos y de reinserción social de las personas privadas de libertad, mediante una educación basada en el respeto, la inclusión y la oportunidad de transformación personal.

Dra. Silvia Verónica Estrada Gaibor

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ silviav.estrada@educacio.gob.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-8207-2870>

Lago Agrio, Ecuador

Semblanza



Silvia Verónica Estrada Gaibor, es una investigadora y autora ecuatoriano, actualmente cursa el Doctorado en Educación (Ph.D), en la Universidad Cesar Vallejo – Piura /Perú, cuenta con un Masterado en Docencia por la Universidad Cesar Vallejo – Piura /Perú Universitaria. Su formación académica se complementa con el Doctorado en Promoción y Educación para la Salud, por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, respaldando su sólida preparación en el ámbito pedagógico y educativo.

Con una trayectoria de más de 16 años en el quehacer educativo desde las diferentes instancias ministeriales como el ser Analista Distrital Colta – Guamote y Chambo Riobamba en la formación técnica de Atención Primaria en Salud (TAPS), formando a un centenar de personas que hoy ocupan el cargo de Técnicos en Atención Primaria de la Salud en el Ministerio de Salud - Ecuador; lo que ha consolidado un liderazgo que combina la gestión directiva, la innovación y la transformación pedagógica. A ello se suma su experiencia docente de 5 años en el Instituto Superior Tecnológico “Tres de Marzo” hoy llamado “El Libertador”, donde se ha formado en las carreras de la Tecnología Superior en Atención Primaria de la Salud, Educación Inicial y Pecuaria con el uso de la tecnología para potenciar la formación integral de los estudiantes.

Ha desarrollado proyectos y publicaciones como autor principal, publicó 4 artículos científicos, 1 libro, orientados al ámbito organizacional educativa, liderazgo pedagógico y calidad educativa, proyectos interdisciplinarios escolares y las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Dedicatoria

A las y los docentes que comprenden la enseñanza de la Química como un espacio dinámico donde la ciencia y la tecnología se integran para garantizar el derecho a aprender de todas y todos.

Este libro, *La integración de la ciencia y la tecnología en la enseñanza de la Química: del aula tradicional al laboratorio virtual*, está dedicado a quienes, con sensibilidad pedagógica, creatividad y compromiso ético, transforman sus prácticas para acercar el conocimiento científico a entornos innovadores, accesibles y significativos.

A ustedes, educadores que transitan del aula tradicional a escenarios mediados por la tecnología; que diseñan experiencias experimentales, interactivas y contextualizadas; que reconocen en cada estudiante una capacidad de indagación y en cada herramienta digital una oportunidad para enriquecer el aprendizaje. Su labor demuestra que enseñar Química no es solo transmitir conceptos, sino despertar la curiosidad, fomentar el pensamiento científico y construir puentes entre la teoría y la experimentación, sin límites de tiempo ni espacio.

Agradecimiento

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a las y los docentes que, desde su vocación, creatividad y compromiso con la enseñanza de las ciencias, impulsan procesos de innovación pedagógica orientados a integrar la ciencia y la tecnología en la educación química. Este libro, *La integración de la ciencia y la tecnología en la enseñanza de la Química: del aula tradicional al laboratorio virtual*, surge del diálogo académico, la reflexión didáctica y la convicción compartida de que la enseñanza de la Química debe evolucionar hacia entornos más interactivos, experimentales y contextualizados.

Reconocemos especialmente a quienes incorporan herramientas digitales, simuladores y laboratorios virtuales como estrategias que enriquecen la comprensión de los fenómenos químicos, favorecen el aprendizaje activo y amplían las oportunidades de acceso al conocimiento científico, superando las limitaciones del aula tradicional.

De manera particular, expresamos nuestro reconocimiento al equipo del CIIE – Centro de Investigación e Innovación Educativa, por su acompañamiento permanente en la construcción de conocimiento pedagógico y en la promoción de iniciativas que fortalecen la investigación en didáctica de las ciencias y la innovación docente. Asimismo, agradecemos a Editorial SAGA por su respaldo profesional y su compromiso con la difusión de obras que contribuyen al desarrollo de una educación científica pertinente, innovadora y acorde a los desafíos de la sociedad contemporánea.



El contenido y las ideas expuestas en esta obra se encuentran protegidos por la normativa vigente en materia de propiedad intelectual y constituyen derechos exclusivos de su(s) autor(es)

Todos los derechos reservados © 2026

Sinopsis

Este libro presenta una propuesta pedagógica para la enseñanza de la química que articula ciencia y tecnología mediante enfoques didácticos contemporáneos. A partir del Diseño Universal para el Aprendizaje, se plantean rutas de accesibilidad cognitiva que favorecen la participación de estudiantes con perfiles diversos, apoyadas por recursos visuales, realidad aumentada y simuladores tridimensionales. El Aprendizaje Basado en Problemas orienta experiencias vinculadas con contaminación, materiales y energía, mientras proyectos colaborativos conectan teoría y práctica mediante laboratorios virtuales y experimentación guiada. La innovación educativa adquiere dinamismo con gamificación, retos digitales y escape rooms científicos que transforman la participación estudiantil. Asimismo, el modelo de aula invertida organiza la preparación previa con microlecciones audiovisuales y promueve discusiones analíticas durante la clase. La obra también aborda química verde y sostenibilidad a través de proyectos sobre materiales biodegradables y experiencias de aprendizaje-servicio. Finalmente, la inteligencia artificial y la ciencia de datos amplían el análisis de reacciones químicas mediante plataformas de simulación y reflexiones éticas sobre el uso responsable de tecnología en educación. El texto articula investigación educativa reciente con orientaciones prácticas para transformar la enseñanza química hacia entornos digitales colaborativos y creativos dentro de instituciones educativas contemporáneas orientadas al pensamiento científico crítico y aprendizaje significativo duradero.

Palabras clave: educación química; tecnología educativa; aprendizaje basado en problemas; aula invertida; química verde; inteligencia artificial

Synopsis

This book presents a pedagogical proposal for chemistry education that connects science and technology through contemporary teaching approaches. Drawing on Universal Design for Learning, it outlines pathways for cognitive accessibility that encourage participation among students with diverse learning profiles, supported by visual resources, augmented reality, and three-dimensional simulators. Problem-Based Learning guides experiences related to pollution, materials, and energy, while collaborative scientific projects connect theory and practice through virtual laboratories and guided experimentation. Educational innovation gains momentum through gamification, digital challenges, and scientific escape rooms that transform student participation. Likewise, the flipped classroom model organizes prior preparation through audiovisual micro-lessons and promotes analytical discussions during class time. The book also addresses green chemistry and sustainability through projects on biodegradable materials and service-learning experiences. Finally, artificial intelligence and data science broaden the analysis of chemical reactions through simulation platforms and ethical reflections regarding the responsible use of technology in education. The text connects recent educational research with practical guidance to transform chemistry teaching toward collaborative and creative digital environments within contemporary educational institutions oriented toward critical scientific thinking and meaningful, lasting learning.

Keywords: chemistry education; educational technology; problem-based learning; flipped classroom; green chemistry; artificial intelligence

Índice General

Sinopsis.....	xv
Índice General	17
Introducción	19
Capítulo 1: La Química desde el DUA	23
1.1.- La accesibilidad cognitiva en la enseñanza de la Química	27
1.2.- Estrategias inclusivas para estudiantes diversos	30
1.3.- Uso de recursos multisensoriales y visuales (RA y simuladores 3D).....	33
Capítulo 2: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la Química	37
2.1.- Resolución de problemas reales: contaminación, materiales y energía	40
2.2.- Diseño de proyectos científicos colaborativos	43
2.3.- Integración de laboratorios virtuales y experimentos guiados	46
Capítulo 3: Innovación y gamificación	49
3.1.- Juegos y retos químicos en plataformas digitales	52
3.2.- Creación de escape rooms científicos	56
3.3.- Apps interactivas para el aprendizaje de elementos y reacciones	59
Capítulo 4: Aula invertida en la enseñanza química	63
4.1.- Estrategias de preparación previa y discusión en clase.....	66
4.2.- Recursos audiovisuales y microlecciones en video	69
4.3.- Evaluación dinámica y continua con herramientas en línea	72
Capítulo 5: Química verde y sostenibilidad.....	77
5.1.- Educación ambiental y responsabilidad científica	80

5.2.- Proyectos de investigación sobre materiales biodegradables ..	84
5.3.- Experiencias con aprendizaje-servicio.....	87
Capítulo 6: Inteligencia artificial y ciencia de datos en la Química	91
6.1.- Análisis de reacciones químicas con IA	94
6.2.- Plataformas de simulación química	98
6.3.- Ética científica y uso responsable de la tecnología.....	101
Conclusiones.....	105
Referencias Bibliográficas.....	109

Introducción

La enseñanza de la Química ha transitado un camino amplio y, en ocasiones, tensionado entre la tradición y la transformación. Durante décadas, el aula se configuró como el espacio privilegiado para la transmisión de conceptos, fórmulas y procedimientos. Sin embargo, como advierten González Oviedo y Naranjo Lugo (2023), la comprensión profunda de los fenómenos químicos requiere hoy integrar múltiples formas de representación y mediación, capaces de dialogar con las maneras contemporáneas de aprender y de relacionarse con el conocimiento científico.

En este escenario, la incorporación de la tecnología no aparece como un recurso accesorio, sino como una posibilidad concreta para reconfigurar la experiencia educativa. Barre Briones y Malla Valdiviezo (2025) destacan que las herramientas de realidad virtual y simulación permiten ampliar la percepción de lo invisible, aquello que en la Química ocurre a nivel molecular y que, por tanto, exige nuevas formas de visualización. Así, el laboratorio deja de estar limitado por paredes físicas y se expande hacia entornos digitales dinámicos.

Desde esta mirada, la educación química se sitúa ante una transformación pedagógica que interpela tanto a docentes como a estudiantes. Ramírez Vergara (2022) enfatiza la necesidad de prácticas inclusivas que reconozcan la diversidad en el aula, mientras que Núñez de Luca et al. (2025) evidencian el valor de integrar estrategias digitales para favorecer aprendizajes significativos. La convergencia entre ciencia, tecnología y didáctica abre un horizonte fértil donde cada estudiante encuentra múltiples caminos para construir sentido.

La pertinencia de esta obra se fundamenta en la necesidad de articular propuestas que vinculen el conocimiento químico con problemáticas reales. En esa línea, Rivero et al. (2026) resaltan la

importancia de abordar fenómenos como la contaminación o la energía desde perspectivas aplicadas, donde el aprendizaje se conecta con la vida cotidiana. Esta relación entre teoría y práctica fortalece el pensamiento científico y favorece una comprensión más comprometida con el entorno.

A lo largo de estas páginas, se plantea como propósito central contribuir a la transformación de la enseñanza de la Química mediante la integración de recursos tecnológicos y enfoques pedagógicos innovadores. León Espinoza (2025) subraya que la incorporación de inteligencia artificial en los procesos educativos permite enriquecer el análisis y la interpretación de reacciones químicas, ampliando las posibilidades de aprendizaje. De este modo, la educación se proyecta hacia escenarios más interactivos y personalizados.

En coherencia con este propósito, surgen preguntas que orientan el desarrollo del libro: de qué manera la tecnología puede fortalecer la comprensión de los conceptos químicos, qué estrategias pedagógicas favorecen la participación activa del estudiantado, y de qué forma los entornos virtuales amplían las oportunidades de experimentación. Vera Orozco et al. (2026) evidencian que plataformas como PhET contribuyen significativamente a la apropiación de contenidos, al permitir experiencias simuladas de alta calidad.

Asimismo, la gamificación y las metodologías activas adquieren un papel relevante en la dinamización del aprendizaje. Carrillo Patiño (2025) demuestra que el uso de plataformas digitales y simuladores fortalece la motivación y el rendimiento académico, mientras que Yllana Prieto et al. (2023) evidencian el potencial de estrategias como los escape rooms para promover la comprensión de contenidos científicos. Estas propuestas invitan a repensar la enseñanza desde una perspectiva más participativa y creativa.

Por otra parte, la evaluación también se transforma en entornos mediados por tecnología. Urrutia Ortiz et al. (2024) destacan la importancia de implementar estrategias evaluativas continuas que acompañen el proceso de aprendizaje, favoreciendo la retroalimentación oportuna. En paralelo, experiencias como las descritas por Toscano Quispe et al. (2024) muestran el valor del trabajo colaborativo en línea, donde el conocimiento se construye de manera colectiva y situada.

El libro se estructura en varios capítulos que abordan esta integración desde diferentes perspectivas. En primer lugar, se presentan fundamentos vinculados a la accesibilidad cognitiva y al diseño de experiencias inclusivas. Posteriormente, se desarrollan propuestas basadas en el aprendizaje por problemas, la gamificación y el aula invertida. Finalmente, se incorporan reflexiones sobre sostenibilidad, inteligencia artificial y ética, en diálogo con lo planteado por Arriola Rosales (2024), quien enfatiza la responsabilidad en el uso de la tecnología.

Al avanzar en la lectura, cada capítulo ofrece no solo marcos conceptuales, sino también propuestas aplicadas que dialogan con la realidad educativa contemporánea. Este recorrido busca acompañar al lector en un proceso reflexivo y práctico, donde la enseñanza de la Química se reimagina como un espacio vivo, flexible y profundamente humano. En este trayecto, la ciencia y la tecnología dejan de ser elementos aislados y se entrelazan para construir experiencias educativas con sentido y proyección.

Capítulo 1

La Química desde el DUA



La química suele presentarse en los libros como un edificio de símbolos y ecuaciones, una estructura imponente que a veces intimida a quienes se acercan por primera vez. Desde la puerta del aula, algunos estudiantes la observan con curiosidad, pero también con cierta distancia, como si se tratara de un idioma extranjero difícil de descifrar. Sin embargo, cuando la enseñanza se despliega con sensibilidad, ese paisaje abstracto comienza a llenarse de matices familiares. Las fórmulas dejan de ser signos rígidos y empiezan a contar historias sobre lo que ocurre en la materia. Entonces, el conocimiento químico se vuelve más accesible, más cercano a la experiencia cotidiana de quienes intentan comprenderlo.

Pensar en la accesibilidad cognitiva implica reconocer que aprender ciencia no es solo un proceso intelectual, sino también un recorrido personal donde las emociones tienen un lugar fundamental. No se trata de reducir la complejidad de los contenidos, sino de construir puentes para que cada estudiante pueda transitar por ellos con seguridad. Cuando un concepto químico se explica con palabras claras, acompañado de una imagen sugerente o de un ejemplo tomado de la vida diaria, la mente del alumno encuentra un agarre, un punto de apoyo desde el cual seguir explorando. La química, entonces, empieza a despojarse de su fama de disciplina inaccesible.

Dentro del aula conviven formas muy diversas de percibir el mundo. Algunos estudiantes necesitan ver para creer; otros requieren manipular, experimentar o escuchar una explicación pausada antes de sentirse parte del proceso. El Diseño Universal para el Aprendizaje prop justamente eso: abrir múltiples caminos hacia el conocimiento, reconociendo que no existe una única manera de comprender. En química, esta perspectiva resulta especialmente valiosa, porque permite que los fenómenos invisibles —como las reacciones entre moléculas— se vuelvan observables a través de distintos lenguajes: visual, auditivo, kinestésico.

Cuando un docente organiza su clase pensando en esa diversidad, el ambiente se transforma. Las explicaciones se vuelven más flexibles, los materiales más variados y las actividades más participativas. González Oviedo y Naranjo Lugo (2023) señalan que la incorporación de recursos multimedia facilita la comprensión de conceptos químicos al integrar imágenes, texto y representaciones dinámicas que apoyan los procesos mentales del estudiante. Esta integración no solo enriquece la experiencia de aprendizaje, sino que también permite que cada alumno encuentre su propia puerta de entrada al universo científico.

La química, con su lenguaje simbólico y abstracto, muchas veces levanta muros invisibles. Sin embargo, cuando el contenido se presenta mediante apoyos visuales, ejemplos cotidianos y recursos interactivos, esos muros comienzan a disolverse. De pronto, los átomos ya no son puntos lejanos en una página, sino estructuras que giran, se enlazan y se transforman frente a los ojos. La comprensión se vuelve entonces una experiencia casi tangible, una especie de descubrimiento compartido entre quienes enseñan y quienes aprenden.

En ese proceso, las simulaciones digitales y los laboratorios virtuales ocupan un lugar destacado. Muchos fenómenos químicos ocurren a escala microscópica, fuera del alcance de la percepción directa. A través de animaciones o simuladores, las partículas, las reacciones y las concentraciones se vuelven visibles. Barre Briones y Malla Valdiviezo (2025) destacan que las tecnologías de realidad virtual y aumentada permiten representar procesos complejos mediante entornos visuales interactivos que favorecen la comprensión de fenómenos científicos. De esta manera, aquello que antes parecía abstracto adquiere movimiento, color y sentido.

Pero la accesibilidad cognitiva no depende únicamente de la tecnología. También nace del lenguaje cercano del docente, de esa capacidad para elegir la metáfora justa o la pregunta que despierta curiosidad. Una explicación clara, dicha con pausas y

matices, puede iluminar un concepto que antes parecía oscuro. El aula se llena entonces de pequeñas conversaciones científicas, de intercambios donde cada estudiante siente que su manera de pensar es valorada. La química deja de ser una materia distante y comienza a vivirse como una exploración colectiva.

Ramírez Vergara (2022) explica que las estrategias pedagógicas inclusivas promueven entornos educativos donde la diversidad se reconoce como una característica natural de los grupos humanos. Esta mirada cambia profundamente la práctica docente. En lugar de exigir uniformidad, se crean oportunidades para que todos participen desde sus propias fortalezas. En química, esto significa diseñar experiencias donde convivan la experimentación, la representación gráfica, la narración cotidiana y el uso de recursos digitales, permitiendo que cada estudiante se acerque al conocimiento desde su propia manera de aprender.

Cuando los estudiantes trabajan en pequeños grupos para analizar un fenómeno químico o resolver un problema experimental, el conocimiento se construye colectivamente. Cada participante aporta una idea, una pregunta o una observación. En ese intercambio, la ciencia deja de ser un discurso distante y se convierte en una conversación viva. La diversidad de recursos y estrategias permite que la química encuentre diferentes caminos hacia la mente de cada alumno, favoreciendo una comprensión más profunda y significativa.

Enseñar química desde la accesibilidad cognitiva y las estrategias inclusivas significa reconocer que aprender ciencia también es una experiencia emocional. La sorpresa ante una reacción inesperada, la satisfacción de resolver un problema o la alegría de comprender un concepto complejo forman parte del camino. Cuando el aula se organiza con esa sensibilidad pedagógica, el conocimiento deja de ser una barrera y se convierte en una puerta abierta hacia el descubrimiento del mundo

molecular, un espacio donde la curiosidad, la confianza y el entusiasmo encuentran un lugar para crecer.

1.1.- La accesibilidad cognitiva en la enseñanza de la Química

La accesibilidad cognitiva en la enseñanza de la química abre una puerta distinta dentro del aula. No se trata únicamente de simplificar contenidos, sino de construir caminos comprensibles para que cada estudiante pueda acercarse al conocimiento sin sentirse perdido. La química, con su lenguaje simbólico y abstracto, muchas veces levanta muros invisibles. Frente a ello, el Diseño Universal para el Aprendizaje propone rutas más humanas, donde las explicaciones, las imágenes y las experiencias prácticas se entrelazan, permitiendo que el aprendizaje fluya con mayor claridad y cercanía.

En muchas aulas, los estudiantes perciben la química como un territorio lleno de fórmulas difíciles y términos desconocidos. Sin embargo, cuando el contenido se presenta con apoyos visuales, ejemplos cotidianos y recursos interactivos, ese paisaje cambia. Las ideas comienzan a tomar forma. Los conceptos dejan de ser palabras lejanas y se convierten en experiencias comprensibles. La accesibilidad cognitiva actúa entonces como un puente que conecta la curiosidad natural del estudiante con la estructura lógica de la ciencia.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje no depende únicamente del contenido, sino también de la manera en que se organiza la información. González Oviedo y Naranjo Lugo (2023) señalan que la incorporación de recursos multimedia facilita la comprensión de conceptos químicos al integrar imágenes, texto y representaciones dinámicas que apoyan los procesos mentales del estudiante. En el aula, esto se traduce en una experiencia más rica: diagramas que acompañan la explicación, simulaciones que

permiten observar fenómenos invisibles y actividades que activan distintos canales de aprendizaje.

Cuando la química se presenta mediante múltiples representaciones, el pensamiento del estudiante encuentra diferentes puertas de entrada. Algunos comprenden mejor al observar una animación; otros necesitan manipular materiales o escuchar una explicación pausada. La accesibilidad cognitiva reconoce esa diversidad. No todos aprenden del mismo modo ni al mismo ritmo. El aula se convierte entonces en un espacio flexible donde las ideas científicas se aproximan desde distintos ángulos.

En ese ambiente pedagógico, el error pierde su carácter intimidante. Los estudiantes experimentan, comparan resultados y reconstruyen sus interpretaciones. La química deja de parecer un conjunto rígido de fórmulas memorizadas. Poco a poco adquiere el rostro de una disciplina viva, llena de procesos y relaciones. La accesibilidad cognitiva contribuye a que cada estudiante pueda seguir el hilo del razonamiento sin sentirse excluido por la complejidad del lenguaje científico.

Otro elemento importante aparece en la organización de la información. Cuando los contenidos se presentan de forma gradual, con apoyos visuales y conexiones claras entre conceptos, el cerebro procesa la información con mayor eficiencia. En palabras de González Oviedo y Naranjo Lugo (2023), el uso de materiales multimedia “favorece un aprendizaje teórico-práctico que fortalece la comprensión significativa de los conceptos químicos”. Esta integración entre teoría y experiencia concreta permite que los estudiantes construyan ideas más estables.

Las simulaciones digitales y los laboratorios virtuales también aportan una dimensión interesante a la accesibilidad cognitiva. Muchos fenómenos químicos ocurren a escala microscópica, lejos de la percepción directa. A través de animaciones o simuladores, las partículas, las reacciones y las

concentraciones se vuelven visibles. De pronto, aquello que antes parecía abstracto adquiere movimiento, color y sentido. El estudiante observa, compara y reflexiona mientras el conocimiento se vuelve más tangible.

Figura 1

Accesibilidad cognitiva en la enseñanza de la química desde el enfoque del Diseño Universal para el Aprendizaje



Sin embargo, la accesibilidad cognitiva no depende únicamente de la tecnología. También nace del lenguaje cercano del docente. Una explicación clara, una metáfora bien elegida o una pregunta que despierta curiosidad pueden transformar la comprensión del grupo. El aula se llena entonces de pequeñas conversaciones científicas donde cada estudiante se siente parte del proceso. La química deja de percibirse como una disciplina distante y comienza a sentirse como una exploración compartida.

El Diseño Universal para el Aprendizaje invita a planificar experiencias donde todos tengan oportunidades reales de comprender. En química, esto implica combinar experimentación, representaciones gráficas, narraciones cotidianas y recursos digitales. La accesibilidad cognitiva aparece cuando el estudiante logra relacionar lo que observa con lo que piensa. En ese momento surge una sensación especial: la de entender algo que antes parecía complicado.

Enseñar química desde la accesibilidad cognitiva significa reconocer que aprender ciencia también es una experiencia emocional. La sorpresa ante una reacción, la satisfacción de resolver un problema o la alegría de comprender un concepto complejo forman parte del camino. Cuando el aula se organiza con esa sensibilidad pedagógica, el conocimiento deja de ser una barrera. Se convierte en una invitación abierta a descubrir el mundo molecular con curiosidad, confianza y entusiasmo.

1.2.- Estrategias inclusivas para estudiantes diversos

En una clase de química conviven miradas distintas, ritmos diferentes y maneras muy particulares de comprender el mundo. Algunos estudiantes captan ideas con rapidez al observar un experimento; otros prefieren leer, escuchar o conversar antes de entender una reacción química. Las estrategias inclusivas nacen justamente de ese reconocimiento. La diversidad no se percibe como una dificultad, sino como una riqueza. Cuando la enseñanza se abre a múltiples formas de participación, el aula se transforma en un espacio donde cada estudiante encuentra un camino posible hacia el conocimiento.

En ese ambiente pedagógico, la química deja de ser un territorio reservado para quienes memorizan fórmulas con facilidad. El aprendizaje comienza a construirse a través de experiencias variadas: actividades prácticas, representaciones visuales, debates, simulaciones digitales y narraciones cercanas a la vida cotidiana. De pronto, el estudio de las sustancias y sus transformaciones se vuelve más humano. Las estrategias inclusivas funcionan como puentes que conectan la curiosidad natural de los estudiantes con los conceptos científicos que, a primera vista, parecen lejanos.

La educación inclusiva también implica reconocer que cada estudiante trae consigo una historia personal, cultural y emocional que influye en su manera de aprender. Ramírez Vergara (2022)

explica que las estrategias pedagógicas inclusivas promueven entornos educativos donde “la diversidad se reconoce como una característica natural de los grupos humanos”. Esta mirada cambia profundamente la práctica docente. En lugar de exigir uniformidad, se crean oportunidades para que todos participen desde sus propias fortalezas.

Dentro del aula de química, estas estrategias pueden manifestarse a través de materiales accesibles, explicaciones visuales, actividades cooperativas y el uso de tecnologías educativas. Un experimento sencillo, acompañado de imágenes claras o de una simulación digital, puede abrir nuevas puertas de comprensión. Mientras algunos estudiantes observan detenidamente el cambio de color en una reacción, otros conectan la experiencia con conceptos teóricos. La diversidad de recursos permite que la ciencia encuentre diferentes caminos hacia la mente de cada estudiante.

Las actividades colaborativas también tienen un valor especial en la educación inclusiva. Cuando los estudiantes trabajan en pequeños grupos para analizar un fenómeno químico o resolver un problema experimental, aparece algo interesante: el conocimiento se construye colectivamente. Cada participante aporta una idea, una pregunta o una observación. En ese intercambio, la química deja de ser un discurso distante y se convierte en una conversación viva dentro del aula.

Ramírez Vergara (2022) plantea que las estrategias inclusivas fortalecen la participación activa del estudiantado, favoreciendo procesos educativos más equitativos. En otras palabras, el aprendizaje deja de girar alrededor de un modelo único de enseñanza. En su lugar aparece una red de experiencias pedagógicas que se adaptan a las características del grupo. Esa flexibilidad permite que más estudiantes comprendan los contenidos científicos sin sentirse excluidos.

Las tecnologías educativas también ofrecen oportunidades valiosas para atender la diversidad. Los laboratorios virtuales, por ejemplo, permiten observar fenómenos químicos que muchas veces resultan difíciles de visualizar en un laboratorio tradicional. Con unos cuantos clics, las moléculas se mueven en la pantalla y las reacciones adquieren forma. Algunos estudiantes encuentran en estas herramientas una manera más clara de comprender procesos que antes parecían abstractos.

Figura 2

Estrategias inclusivas para estudiantes diversos en el aprendizaje de la química



Sin embargo, la inclusión no depende únicamente de recursos digitales o estrategias metodológicas. También nace de la sensibilidad del docente. Una pregunta abierta, una explicación paciente o una mirada que transmite confianza pueden cambiar la experiencia de aprendizaje de un estudiante. La química, entonces, deja de sentirse como una materia rígida y distante. Comienza a percibirse como una aventura intelectual compartida entre quienes enseñan y quienes aprenden.

La educación inclusiva también impulsa a repensar la evaluación. En lugar de centrarse únicamente en pruebas escritas, se integran diferentes formas de demostrar el aprendizaje: proyectos experimentales, presentaciones, informes creativos o

discusiones científicas. De esta manera, cada estudiante encuentra una oportunidad para expresar lo que ha comprendido. El conocimiento químico se manifiesta de muchas maneras, no únicamente a través de un examen tradicional.

Las estrategias inclusivas transforman la enseñanza de la química en una experiencia más cercana y significativa. El aula se convierte en un espacio donde la diversidad se valora y donde cada estudiante puede acercarse al mundo de las moléculas desde su propia manera de aprender. Allí, entre experimentos, preguntas y descubrimientos, la ciencia se vuelve un lenguaje compartido que invita a pensar, sentir y comprender el universo que nos rodea.

1.3.- Uso de recursos multisensoriales y visuales (RA y simuladores 3D)

En la enseñanza de la química, muchas ideas viven en un territorio invisible. Los átomos, las moléculas y las reacciones ocurren lejos de nuestros ojos. Por esa razón, los recursos multisensoriales y visuales abren una ventana extraordinaria dentro del aula. Cuando un estudiante observa una animación molecular o manipula un modelo tridimensional, la abstracción empieza a transformarse en algo casi tangible. El conocimiento deja de sentirse distante y comienza a adquirir forma, movimiento y color frente a la mirada curiosa del grupo.

Los simuladores tridimensionales ofrecen una experiencia que se aproxima a una especie de laboratorio expandido. En la pantalla aparecen estructuras moleculares que giran, se acercan, se separan y reaccionan entre sí. De pronto, aquello que antes era una fórmula escrita en la pizarra se convierte en una escena dinámica. Los estudiantes pueden observar enlaces, reorganizaciones y transformaciones químicas mientras siguen el proceso paso a paso. Esta interacción visual favorece una comprensión más profunda de los fenómenos que la química describe.

La realidad aumentada también introduce una dimensión fascinante dentro del aprendizaje. Al utilizar dispositivos móviles o tabletas, ciertas imágenes impresas o códigos activan modelos tridimensionales que parecen surgir del papel. Un compuesto químico aparece flotando sobre el cuaderno, como si las páginas se transformaran en un pequeño laboratorio interactivo. Esa sensación de descubrimiento despierta curiosidad y entusiasmo. El aula se llena de expresiones de sorpresa, comentarios espontáneos y preguntas que nacen de la observación directa.

En términos pedagógicos, estos recursos amplían las formas en que los estudiantes se relacionan con el conocimiento. Algunos comprenden mejor mediante representaciones visuales; otros necesitan manipular objetos virtuales o escuchar explicaciones mientras observan una simulación. El uso combinado de imágenes, movimiento y sonido crea un ambiente donde la información llega a través de distintos canales sensoriales. Así, la química deja de percibirse como una disciplina rígida y comienza a sentirse como una experiencia interactiva.

Barre Briones y Malla Valdiviezo (2025) destacan que las tecnologías de realidad virtual y aumentada permiten representar procesos complejos mediante entornos visuales interactivos que favorecen la comprensión de fenómenos científicos. En otras palabras, estas herramientas convierten conceptos abstractos en experiencias perceptibles. En el aula, esta posibilidad transforma la manera en que los estudiantes se aproximan a ideas que antes parecían difíciles de visualizar.

El uso de recursos multisensoriales también estimula la participación activa. Mientras observan un simulador o interactúan con un modelo tridimensional, los estudiantes comentan entre ellos lo que ven, formulan hipótesis y comparan interpretaciones. El aprendizaje se convierte en una actividad compartida. La química ya no se limita a escuchar una explicación; ahora se

observa, se manipula y se discute. En ese intercambio aparecen nuevas conexiones entre la teoría y la experiencia.

Otro aspecto interesante aparece en la posibilidad de repetir procesos sin riesgos. En un simulador digital, una reacción puede ejecutarse varias veces, cambiar variables o modificar condiciones experimentales. Esa flexibilidad permite analizar con calma lo que ocurre en cada etapa. El estudiante observa detalles que en un laboratorio tradicional podrían pasar desapercibidos. Poco a poco, las ideas químicas se organizan con mayor claridad en la mente.

Barre Briones y Malla Valdiviezo (2025) señalan además que estas tecnologías amplían las oportunidades educativas al crear entornos interactivos que favorecen la experimentación y el aprendizaje activo. Esta afirmación adquiere especial valor dentro de la enseñanza de la química. Al trabajar con modelos virtuales, los estudiantes pueden observar procesos microscópicos que normalmente permanecen ocultos a la percepción humana.

La integración de estos recursos también despierta emociones positivas hacia la ciencia. La curiosidad se activa cuando un modelo molecular gira lentamente en la pantalla o cuando una reacción aparece representada con colores y movimiento. Esa mezcla de sorpresa y descubrimiento fortalece la motivación por aprender. La química deja de parecer un conjunto de ecuaciones difíciles y comienza a percibirse como una narrativa visual llena de transformaciones.

Los recursos multisensoriales y visuales abren nuevas posibilidades para comprender el universo químico. Entre simuladores tridimensionales, representaciones digitales y experiencias de realidad aumentada, el aula se transforma en un espacio donde las moléculas parecen cobrar vida. Allí, frente a los ojos atentos de los estudiantes, la ciencia se vuelve más cercana, más comprensible y también más emocionante.

Capítulo 2

Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la Química



A veces la química parece habitar un mundo aparte, un territorio de fórmulas y ecuaciones que se estudia en los libros pero que cuesta reconocer en la vida diaria. Sin embargo, basta observar con atención para descubrir que sus procesos ocurren a cada instante: en el agua que bebemos, en los materiales que nos rodean, en la energía que mueve las ciudades. Cuando la enseñanza logra conectar esos fenómenos cotidianos con el conocimiento científico, el aula deja de ser un espacio cerrado y se transforma en una ventana abierta hacia el mundo que habitamos.

El Aprendizaje Basado en Problemas ofrece precisamente esa posibilidad: tomar situaciones reales —la contaminación de un río cercano, la acumulación de residuos plásticos, el consumo energético— y convertirlas en el punto de partida para la investigación química. De pronto, los conceptos adquieren sentido porque responden a preguntas que nacen de la experiencia. El olor del humo en el ambiente, el color turbio del agua o la textura de un material reciclado se vuelven datos, evidencias, puntos de partida para una exploración que mezcla curiosidad y rigor científico.

Este enfoque despierta algo muy humano: la necesidad de comprender para actuar. Cuando un grupo de estudiantes se enfrenta al problema de los desechos en su comunidad, la química deja de ser una asignatura más y se convierte en una herramienta. Analizan composiciones, buscan alternativas, discuten posibles soluciones. En ese proceso, las ecuaciones y los conceptos teóricos encuentran un lugar concreto, un anclaje en la realidad que los vuelve significativos y, sobre todo, útiles.

La investigación científica contemporánea ofrece ejemplos fascinantes que pueden alimentar estas discusiones en el aula. Rivero, Orozco, Espino y Rivero (2026) describen, por ejemplo, que ciertos metales líquidos poseen propiedades que permiten "capturar contaminantes y facilitar procesos de recuperación energética". Imaginar esos materiales en acción, aplicados a

problemas ambientales reales, abre posibilidades que estimulan la imaginación y el pensamiento crítico del estudiantado.

A partir de descubrimientos como este, los proyectos colaborativos encuentran un terreno fértil para crecer. Los estudiantes investigan, formulan hipótesis, diseñan pequeñas experiencias que les permitan aproximarse a fenómenos complejos. En ese caminar compartido, el conocimiento se construye entre varios. Las ideas circulan, se transforman, se enriquecen con las preguntas y observaciones de cada integrante del grupo.

La colaboración, además, adquiere nuevos matices cuando se apoya en entornos digitales. Toscano Quispe, Abad Basantes, Alvear Loo y Sarango Romero (2024) señalan que las plataformas virtuales diseñadas bajo principios constructivistas favorecen la participación activa y el intercambio de ideas entre estudiantes, fortaleciendo el aprendizaje colaborativo. Un foro, un documento compartido o una videollamada pueden convertirse en espacios donde la discusión científica se extiende más allá del horario escolar.

Los laboratorios virtuales complementan esta experiencia al ofrecer la posibilidad de experimentar sin las limitaciones de un espacio físico tradicional. Una reacción química puede ejecutarse decenas de veces, modificando variables, observando detalles que en condiciones reales pasarían inadvertidos. Rivero Mavila (2025) destaca que estas plataformas permiten fortalecer la comprensión teórico-práctica al ofrecer espacios de experimentación interactiva donde los estudiantes pueden observar fenómenos científicos de forma dinámica.

La combinación de problemas reales, trabajo colaborativo y herramientas digitales genera un ambiente de aprendizaje profundamente activo. Los estudiantes dejan de ser receptores pasivos de información y se convierten en protagonistas de su propia formación. Preguntan, dudan, prueban, se equivocan y

vuelven a intentar, exactamente como ocurre en la actividad científica auténtica. Esa experiencia de ensayo y error construye un conocimiento más sólido y duradero.

En ese proceso, la química revela su rostro más humano: el de una ciencia que puede contribuir a resolver problemas que afectan la vida de las personas. La contaminación, la gestión de materiales, la búsqueda de energías más limpias dejan de ser conceptos abstractos y se convierten en desafíos concretos que interpelan la creatividad y el compromiso de quienes aprenden.

Lo que ocurre en el aula trasciende la mera adquisición de contenidos. Queda la experiencia de haber investigado con otros, de haber construido respuestas colectivas a preguntas que importan. Queda también la certeza de que la química no es una disciplina lejana, sino una forma de mirar el mundo, de comprenderlo y de participar activamente en su transformación. Entre experimentos virtuales, discusiones apasionadas y proyectos compartidos, el conocimiento científico se vuelve, finalmente, una aventura profundamente humana.

2.1.- Resolución de problemas reales: contaminación, materiales y energía

En el Aprendizaje Basado en Problemas dentro de la enseñanza de la química, los fenómenos de la vida diaria dejan de ser simples ejemplos para transformarse en puntos de partida llenos de sentido. La contaminación del agua, los residuos industriales o el uso responsable de la energía entran al aula con la fuerza de algo real, cercano. El estudiantado percibe que la química no vive encerrada en fórmulas, sino que respira en los ríos, en el aire de la ciudad y en los materiales que tocamos cada día.

Cuando una clase comienza con un problema ambiental tangible, la curiosidad se despierta de manera natural. La pregunta por el origen de un río contaminado o por el destino de los desechos

plásticos abre conversaciones vivas. En ese ambiente, la química se convierte en una herramienta para comprender y actuar. Las ecuaciones químicas dejan de parecer abstractas y adquieren rostro, olor y textura, conectándose con situaciones que afectan la salud, el entorno y la vida cotidiana.

Figura 3

Aprendizaje basado en problemas aplicado al análisis de contaminación, materiales y energía



El ABP también promueve una relación más humana con el conocimiento científico. Los estudiantes investigan, discuten, dudan y vuelven a intentar. Ese proceso recuerda al trabajo de un laboratorio real, lleno de hipótesis, errores y descubrimientos. En lugar de memorizar contenidos aislados, construyen explicaciones mientras buscan soluciones posibles para problemas ambientales relacionados con sustancias tóxicas, reacciones químicas o fuentes de energía.

En este camino aparecen también nuevas tecnologías y materiales innovadores. Algunos estudios recientes muestran aplicaciones prometedoras en el campo de la remediación ambiental. Rivero, Orozco, Espino y Rivero (2026) describen que ciertos metales líquidos poseen propiedades que permiten “capturar contaminantes y facilitar procesos de recuperación energética”, ampliando las posibilidades tecnológicas en la gestión

ambiental. Este tipo de aportes científicos abre ventanas de discusión dentro del aula.

A partir de investigaciones de este tipo, el estudiantado analiza propuestas científicas reales. Se preguntan si esos materiales podrían limpiar aguas contaminadas o contribuir al aprovechamiento de energía desperdiciada. En ese diálogo aparecen reflexiones éticas, ambientales y sociales. La química deja de verse como una disciplina distante y comienza a sentirse cercana, conectada con decisiones que influyen en la calidad de vida de comunidades enteras.

Además, el trabajo con problemas reales despierta una sensibilidad distinta. Cuando se estudia la contaminación atmosférica, por ejemplo, muchos recuerdan el olor del humo en las calles o la sensación de irritación en los ojos durante días de alta polución. Esas experiencias personales alimentan la discusión científica. La teoría y la experiencia cotidiana se entrelazan, formando un aprendizaje más profundo y significativo.

Los materiales también se convierten en protagonistas del análisis. Los estudiantes investigan polímeros, metales, compuestos orgánicos y residuos industriales que circulan en la sociedad moderna. Cada sustancia cuenta una historia: de producción, uso y descarte. Al comprender esas trayectorias químicas, el aula se transforma en un espacio donde ciencia y responsabilidad ambiental dialogan con naturalidad.

En el campo de la energía ocurre algo parecido. Las preguntas sobre baterías, combustibles o energías alternativas despiertan gran interés. Rivero et al. (2026) mencionan que algunos materiales avanzados permiten integrar procesos de remediación ambiental con mecanismos de recolección energética, lo que abre oportunidades interesantes para la ingeniería y la sostenibilidad. Este tipo de ideas alimenta proyectos escolares llenos de creatividad.

Poco a poco, el aula se convierte en un pequeño laboratorio social. Los estudiantes debaten propuestas, analizan datos, revisan artículos científicos y construyen modelos explicativos. En ese ambiente se aprende a pensar científicamente, pero también a escuchar, argumentar y trabajar en grupo. El conocimiento químico se vuelve una herramienta para comprender el mundo y para actuar con mayor conciencia.

Así, el Aprendizaje Basado en Problemas transforma la enseñanza de la química en una experiencia más viva. Las preguntas nacen de la realidad y regresan a ella en forma de posibles soluciones. Entre experimentos, conversaciones y descubrimientos, el aula adquiere una energía distinta. No se trata únicamente de aprender química; se trata de entender el planeta que habitamos y de participar activamente en su cuidado.

2.2.- Diseño de proyectos científicos colaborativos

El diseño de proyectos científicos colaborativos dentro del Aprendizaje Basado en Problemas abre una puerta distinta en la enseñanza de la química. El aula cambia de ritmo. Las mesas se convierten en espacios de conversación, las libretas se llenan de esquemas, preguntas y pequeños acuerdos. El conocimiento comienza a construirse entre varias voces. No se trata de repetir conceptos, sino de mirar un fenómeno químico desde distintas miradas y permitir que las ideas circulen con libertad, como si fueran moléculas encontrándose en una reacción.

En ese ambiente colaborativo aparece algo muy humano: la sensación de crear juntos. Un grupo analiza la calidad del agua de su comunidad, otro revisa materiales reciclables con interés genuino. Entre datos, discusiones y risas discretas, el proyecto empieza a tomar forma. Cada integrante aporta algo distinto: una pregunta inesperada, una observación cuidadosa o una conexión con experiencias cotidianas que enriquecen el proceso de investigación científica.

La planificación de estos proyectos requiere una estructura clara, aunque flexible. Se establecen metas, se organizan tareas y se comparten responsabilidades. Sin embargo, lo más valioso ocurre en las interacciones del grupo. Cuando las ideas se entrelazan, el aprendizaje deja de sentirse rígido. Se convierte en una construcción viva, donde cada estudiante participa activamente en la búsqueda de respuestas relacionadas con fenómenos químicos presentes en la realidad.

En experiencias educativas mediadas por tecnología, la colaboración adquiere nuevas formas. Plataformas virtuales, documentos compartidos y foros académicos permiten que el trabajo continúe incluso fuera del aula. Toscano Quispe, Abad Basantes, Alvear Loor y Sarango Romero (2024) señalan que los entornos digitales diseñados bajo principios constructivistas favorecen la participación activa y el intercambio de ideas entre estudiantes, fortaleciendo el aprendizaje colaborativo dentro de proyectos educativos en línea.

Esa interacción constante genera una sensación interesante: el conocimiento deja de sentirse aislado. Un comentario en un foro puede abrir una nueva línea de investigación, mientras que una observación compartida durante una videollamada impulsa nuevas hipótesis. Los proyectos científicos crecen así, alimentados por múltiples aportes que van enriqueciendo la comprensión de los fenómenos químicos estudiados.

Además, el trabajo colaborativo fortalece habilidades sociales que muchas veces pasan desapercibidas en la enseñanza tradicional. Escuchar con atención, argumentar con respeto, aceptar otras perspectivas y reorganizar ideas forman parte del proceso. Poco a poco, el grupo aprende que la ciencia también se construye mediante diálogo, negociación y cooperación entre personas con intereses diversos.

La química, dentro de estos proyectos, adquiere una dimensión mucho más tangible. Analizar reacciones químicas, estudiar propiedades de materiales o investigar fuentes de energía deja de ser una actividad distante. Los estudiantes sienten que están participando en una pequeña comunidad científica. Observan, registran datos, comparan resultados y elaboran explicaciones que nacen del trabajo colectivo.

Figura 4

Colaboración científica en el diseño de proyectos químicos mediante aprendizaje basado en problemas



Los entornos virtuales también aportan dinamismo a estos procesos. Toscano Quispe et al. (2024) explican que metodologías educativas apoyadas en plataformas digitales fomentan “la interacción constante y la construcción conjunta del conocimiento”, fortaleciendo la autonomía del estudiante y su compromiso con el aprendizaje activo. Esta integración tecnológica amplía las posibilidades del trabajo científico colaborativo en el aula contemporánea.

Mientras los proyectos avanzan, aparece algo muy especial: la confianza entre compañeros. Un grupo que al principio se reunía con cierta timidez comienza a conversar con mayor fluidez. Las ideas fluyen, los desacuerdos se resuelven con argumentos y las conclusiones se construyen entre todos. En ese proceso, la química

se convierte en un puente que conecta curiosidad, pensamiento crítico y trabajo colectivo.

Lo que queda no es únicamente un informe o una presentación científica. Queda también la experiencia de haber aprendido con otros, de haber construido conocimiento paso a paso. El aula se transforma entonces en un pequeño laboratorio de colaboración humana, donde la ciencia deja de sentirse distante y se convierte en una aventura compartida llena de descubrimientos.

2.3.- Integración de laboratorios virtuales y experimentos guiados

La integración de laboratorios virtuales dentro del Aprendizaje Basado en Problemas transforma el ambiente de la clase de química. De pronto, el aula ya no depende únicamente de frascos, tubos de ensayo o reactivos limitados. Una pantalla abre puertas inesperadas. Allí aparecen simulaciones, instrumentos digitales y experimentos que pueden repetirse tantas veces como sea necesario. El estudiantado observa reacciones, manipula variables y analiza resultados mientras la curiosidad se activa de manera natural.

Este tipo de experiencias crea una conexión interesante entre la teoría y la práctica. Muchas veces los conceptos químicos se sienten abstractos cuando permanecen encerrados en libros o diapositivas. Sin embargo, cuando una simulación muestra el cambio de color de una reacción o el comportamiento de una molécula, la comprensión se vuelve más tangible. Los estudiantes observan, ajustan parámetros y discuten resultados con entusiasmo, como si estuvieran frente a un laboratorio que cabe dentro de la pantalla.

Los experimentos guiados cumplen un papel importante en este proceso. Funcionan como rutas de aprendizaje que orientan la observación y la interpretación de los fenómenos químicos. No se

trata de seguir instrucciones mecánicamente, sino de acompañar la exploración con preguntas, registros y reflexiones. Cada paso del experimento se convierte en una oportunidad para detenerse, observar con atención y conversar sobre lo que está ocurriendo en el nivel microscópico.

Figura 5

Integración de laboratorios virtuales y experimentos guiados en la enseñanza moderna de la química



En entornos educativos contemporáneos, los laboratorios virtuales también aportan una ventaja interesante: la posibilidad de repetir procesos sin riesgo ni limitaciones materiales. Rivero Mavila (2025) señala que estas plataformas permiten fortalecer la comprensión teórico-práctica al ofrecer espacios de experimentación interactiva donde los estudiantes pueden observar fenómenos científicos de forma dinámica y participativa. Esa interacción constante abre nuevas formas de acercarse al conocimiento científico.

El ritmo de aprendizaje también se vuelve más flexible. Algunos estudiantes necesitan observar una reacción varias veces para comprenderla; otros prefieren modificar variables para comprobar hipótesis propias. El laboratorio virtual permite ese margen de experimentación personal. El error deja de ser motivo

de preocupación y se transforma en parte natural del proceso de aprendizaje científico.

Además, la integración de estas herramientas favorece una participación más activa dentro del aula. Los estudiantes discuten resultados, comparan observaciones y plantean interpretaciones distintas frente a un mismo fenómeno químico. La conversación se vuelve parte del experimento. Entre gráficos, animaciones y registros de datos, el grupo construye una comprensión compartida de los procesos estudiados.

Los laboratorios virtuales también ayudan a visualizar aquello que el ojo humano no puede percibir directamente. El movimiento de partículas, la formación de enlaces químicos o la transferencia de energía aparecen representados de forma dinámica. Rivero Mavila (2025) destaca que estas representaciones digitales facilitan la comprensión de fenómenos complejos al permitir observar procesos invisibles durante las prácticas tradicionales.

La combinación de experimentos guiados con simulaciones digitales también fortalece el pensamiento científico. Los estudiantes plantean hipótesis, registran datos, interpretan resultados y reformulan sus ideas. Ese ciclo de observación y análisis crea una experiencia de aprendizaje más cercana al trabajo real de la investigación científica, aunque se desarrolle en un entorno digital.

En muchos casos, estas herramientas despiertan una emoción particular: la sensación de descubrimiento. Un estudiante cambia una variable en la simulación y observa una reacción inesperada. Otro revisa los datos obtenidos y encuentra una relación interesante entre concentración y velocidad de reacción. Esos pequeños momentos de sorpresa alimentan la curiosidad científica.

Capítulo 3

Innovación y gamificación



Hay momentos en que el aula de química se transforma por completo. Las miradas que antes vagaban distraídas ahora se concentran en una pantalla, en un acertijo, en un juego que exige atención y destreza. La materia, con sus fórmulas y conceptos abstractos, deja de ser un discurso unidireccional para convertirse en una experiencia compartida. Cuando la gamificación entra en escena, el aprendizaje adquiere un ritmo distinto, más cercano al juego que a la lección tradicional, y los estudiantes descubren que la ciencia también puede vivirse con entusiasmo y diversión.

Las plataformas digitales han abierto caminos nuevos para enseñar química. Ya no se trata únicamente de memorizar la tabla periódica o resolver ecuaciones en silencio. Ahora los jóvenes pueden enfrentarse a retos interactivos donde cada acierto los acerca a un nivel superior, donde cada error se convierte en una oportunidad para intentarlo de nuevo. Según Carrillo Patiño (2025), la gamificación mediada por simuladores y plataformas digitales fortalece la comprensión de temas como reacciones químicas y propiedades de la materia, al convertir el aprendizaje en una experiencia activa y participativa.

Dentro de esos entornos lúdicos, los estudiantes experimentan sensaciones que van más allá de lo puramente académico. Hay tensión cuando el tiempo se agota, alegría cuando descubren una pista, satisfacción al completar un nivel. Esas emociones no son accesorias; forman parte del proceso cognitivo que fija los conceptos en la memoria. Carrillo Patiño (2025) señala que las plataformas interactivas permiten practicar conceptos de manera repetida sin caer en la monotonía, lo cual favorece la consolidación del conocimiento.

Otra forma de gamificación que ha cobrado fuerza en las aulas es el escape room científico. El salón de clases deja de ser un espacio predecible y se convierte en un escenario lleno de enigmas por resolver. Los estudiantes forman equipos, examinan pistas, discuten hipótesis. La química se vuelve entonces una herramienta

para descifrar códigos, abrir candados simbólicos y alcanzar una meta común. Yllana Prieto, González Gómez y Jeong (2023) explican que estas metodologías favorecen la participación activa y sitúan la resolución de problemas en el centro del aprendizaje.

En esos momentos, el error adquiere un significado distinto. Una respuesta equivocada no genera frustración ni vergüenza, sino que impulsa al grupo a revisar sus ideas, a observar con más atención, a buscar nuevas estrategias. El ambiente se llena de conversaciones, de preguntas que surgen espontáneamente, de pequeños descubrimientos que celebran juntos. Yllana Prieto et al. (2023) destacan que este tipo de dinámicas promueven una implicación más intensa del alumnado, lo cual favorece una comprensión más profunda de los contenidos científicos.

Las aplicaciones móviles también han encontrado un lugar destacado en este panorama. Con solo tocar la pantalla, los estudiantes acceden a representaciones tridimensionales de moléculas, a animaciones de reacciones, a datos sobre elementos que parecen cobrar vida. La química se vuelve algo tangible, casi palpable. Núñez De Luca, Gallegos Robles, Suárez Ibujés y Santillán Tasigchana (2025) señalan que las tecnologías digitales favorecen una comprensión más clara de los contenidos científicos al ofrecer representaciones visuales y dinámicas.

Estas aplicaciones incluyen además sistemas de progreso y recompensa que mantienen viva la motivación. Cada ejercicio completado desbloquea nuevos contenidos, cada logro acumulado genera una sensación de avance. Los estudiantes perciben que su esfuerzo tiene consecuencias visibles y eso los impulsa a seguir practicando. Núñez De Luca et al. (2025) destacan que la gamificación dentro de entornos digitales fortalece la motivación académica y estimula la participación activa.

Lo interesante es que todas estas herramientas comparten un rasgo fundamental: convierten al estudiante en protagonista. Ya no se trata de recibir información de manera pasiva, sino de actuar, decidir, equivocarse y volver a intentar. Esa autonomía genera confianza y también un vínculo afectivo con el conocimiento. La química deja de ser una asignatura temida para convertirse en un territorio que se explora con curiosidad y entusiasmo.

Los docentes, por su parte, encuentran en estas estrategias un aliado poderoso. La gamificación no reemplaza la explicación ni el diálogo, pero los complementa de maneras muy efectivas. Un juego bien diseñado puede despertar el interés que luego se profundiza en clase; una aplicación puede servir para repasar conceptos de forma entretenida. El aula se vuelve entonces un espacio más flexible, donde lo digital y lo presencial se entrelazan para ofrecer experiencias de aprendizaje más ricas.

Algo queda en el ambiente. No solo los conceptos aprendidos, sino también la memoria de haber compartido un reto, de haber reído ante un error, de haber celebrado un descubrimiento colectivo. Esa dimensión emocional del aprendizaje es precisamente lo que la gamificación aporta a la enseñanza de la química. Carrillo Patiño (2025), Yllana Prieto et al. (2023) y Núñez De Luca et al. (2025) coinciden en que estas metodologías crean condiciones más favorables para aprender, porque conectan la ciencia con la experiencia humana en su sentido más amplio.

3.1.- Juegos y retos químicos en plataformas digitales

En muchas aulas de química, la rutina tradicional ha dado paso a una atmósfera distinta, casi vibrante. Las plataformas digitales han abierto la puerta a juegos y retos que despiertan curiosidad y energía en los estudiantes. Cuando una reacción química se convierte en misión o desafío dentro de una plataforma interactiva, el aprendizaje cambia de tono. De pronto, las fórmulas dejan de parecer frías y se vuelven parte de una aventura

intelectual. Cada actividad digital funciona como una chispa que enciende el interés y mantiene la atención viva.

Figura 6

Gamificación digital en la enseñanza de la química mediante juegos y retos interactivos



El uso de juegos educativos en química ha transformado la manera en que los estudiantes se relacionan con conceptos abstractos. En lugar de observar pasivamente una explicación, los jóvenes participan, prueban, fallan y vuelven a intentar. Ese ciclo de ensayo y descubrimiento genera una experiencia cercana y dinámica. Según Carrillo Patiño (2025), la gamificación mediada por simuladores y plataformas digitales fortalece la comprensión de temas como reacciones químicas y propiedades de la materia, al convertir el aprendizaje en una experiencia activa y participativa.

Cuando un estudiante enfrenta un reto digital que consiste en equilibrar una reacción o identificar una propiedad química, se

activa una sensación parecida a resolver un acertijo. Hay tensión, expectativa y, finalmente, satisfacción. Esa emoción no es trivial; forma parte del proceso cognitivo que fortalece la memoria y la comprensión. Carrillo Patiño (2025) señala que las plataformas interactivas permiten que los estudiantes practiquen conceptos de manera repetida sin que la actividad resulte monótona, lo cual favorece la consolidación del conocimiento.

Las dinámicas de puntos, niveles y recompensas también cumplen una función importante. No se trata únicamente de competir o acumular insignias, sino de generar una sensación de progreso visible. Cada avance dentro del juego se siente como un pequeño logro personal. Así, el aprendizaje se convierte en una travesía llena de metas alcanzables. En palabras de Carrillo Patiño (2025), la gamificación “favorece la motivación y el interés por el aprendizaje de la química”, especialmente cuando se integran recursos digitales interactivos.

Otra ventaja aparece en la posibilidad de experimentar sin temor al error. En un laboratorio físico, ciertos procedimientos requieren cuidado extremo y tiempo limitado. En cambio, las plataformas digitales permiten repetir experimentos virtuales varias veces, probar combinaciones distintas y observar resultados inmediatos. Esta libertad genera confianza y curiosidad. Los estudiantes se sienten más tranquilos al intentar nuevas soluciones, ya que cada error se convierte en una oportunidad para aprender algo nuevo.

Las plataformas digitales también estimulan el trabajo colaborativo. Muchos juegos educativos permiten resolver retos en equipo o compartir resultados con otros compañeros. En ese proceso aparecen conversaciones espontáneas, discusiones sobre resultados y momentos de descubrimiento colectivo. La química deja de ser una materia silenciosa y se transforma en un espacio de diálogo y cooperación. Esa interacción fortalece tanto el

aprendizaje conceptual como las habilidades sociales dentro del aula.

Otro aspecto valioso es la conexión entre la teoría y la práctica. Los juegos digitales permiten representar visualmente fenómenos que en el pizarrón resultan abstractos. Cuando los estudiantes observan una simulación de moléculas reaccionando o modifican variables dentro de un reto interactivo, el conocimiento adquiere forma y movimiento. Carrillo Patiño (2025) destaca que los simuladores contribuyen a una comprensión más clara de los contenidos, ya que permiten visualizar procesos que normalmente permanecen invisibles.

Además, estas herramientas digitales resultan especialmente útiles para la preparación de evaluaciones académicas. Los retos planteados en las plataformas recrean situaciones similares a las que aparecen en pruebas estandarizadas. De esta manera, los estudiantes practican mientras juegan, casi sin notar que están reforzando habilidades evaluativas. Carrillo Patiño (2025) afirma que la gamificación contribuye al fortalecimiento de los conocimientos necesarios para las Pruebas Saber 11, al promover una práctica constante y significativa.

El ambiente del aula también cambia cuando la gamificación se integra de manera adecuada. Las miradas distraídas se transforman en atención concentrada; las conversaciones se llenan de entusiasmo. Algunos estudiantes celebran un logro digital, otros comentan estrategias para resolver un reto. Esa energía colectiva crea un clima de aprendizaje más cercano y estimulante. La química, que muchas veces genera temor, comienza a percibirse como una experiencia accesible y estimulante.

Los juegos y retos químicos en plataformas digitales representan una puerta abierta hacia nuevas formas de aprender. No reemplazan al docente ni al laboratorio tradicional, pero sí

amplían las posibilidades pedagógicas. Cuando estas herramientas se integran con intención educativa, el aprendizaje adquiere un ritmo más humano y motivador. Tal como plantea Carrillo Patiño (2025), la combinación de gamificación y recursos digitales fortalece el interés por la química y mejora la comprensión de sus conceptos fundamentales.

3.2.- Creación de escape rooms científicos

En los últimos años, la enseñanza de la química ha empezado a adquirir una atmósfera distinta cuando aparecen los escape rooms científicos dentro del aula. De pronto, el salón se transforma en un espacio lleno de pistas, candados simbólicos y enigmas por resolver. Los estudiantes miran alrededor con curiosidad, conversan entre ellos y revisan cada indicio con atención. La química ya no se percibe como una serie de fórmulas aisladas, sino como una aventura intelectual que invita a pensar, discutir y descubrir.

La creación de un escape room científico implica diseñar una narrativa atractiva que conecte con los contenidos de la asignatura. Puede tratarse de un laboratorio ficticio que necesita una fórmula para evitar una reacción peligrosa o de una misión en la que el grupo debe identificar propiedades de sustancias para abrir una caja final. Esa historia funciona como hilo conductor y mantiene el interés activo durante toda la actividad. Cada pista abre una puerta al conocimiento químico.

Las pistas dentro de estos juegos suelen estar vinculadas con problemas científicos. Un enigma puede pedir el balanceo de una reacción, otro requiere identificar el tipo de enlace entre ciertos elementos. Poco a poco, cada acierto acerca al grupo a la meta. Esa sensación de avance genera entusiasmo y también concentración. Yllana Prieto, González Gómez y Jeong (2023) explican que las metodologías basadas en escape room favorecen la participación

activa y convierten la resolución de problemas en el centro del aprendizaje.

Figura 7

Escape room científico como estrategia de aprendizaje basado en retos en química



El ambiente que se crea durante la actividad tiene algo especial. Hay voces que comentan hipótesis, miradas que se cruzan buscando respuestas y risas nerviosas cuando una pista finalmente tiene sentido. Ese clima emocional fortalece el aprendizaje porque conecta la experiencia académica con sensaciones reales. Según Yllana Prieto et al. (2023), este tipo de estrategias didácticas promueve una implicación más intensa del alumnado, lo cual favorece una comprensión más profunda de los contenidos científicos.

El trabajo en equipo aparece de forma natural dentro del escape room. Nadie puede resolver todo por cuenta propia; cada estudiante aporta algo diferente. Uno recuerda una fórmula, otro interpreta un gráfico, alguien más detecta un detalle que había pasado desapercibido. La química se vuelve una actividad colectiva. Esta interacción refuerza habilidades comunicativas y genera un ambiente de cooperación donde el conocimiento se construye entre todos.

Además, el escape room permite integrar distintos niveles de dificultad dentro de una misma actividad. Algunas pistas resultan sencillas y generan confianza en los estudiantes. Otras requieren mayor análisis y pensamiento crítico. Esa combinación mantiene el ritmo dinámico y evita la sensación de monotonía. De acuerdo con Yllana Prieto et al. (2023), estas dinámicas permiten trabajar contenidos científicos complejos a través de experiencias lúdicas que mantienen la motivación del alumnado.

Otro aspecto interesante aparece en la forma en que los estudiantes perciben el error. Dentro del escape room, equivocarse forma parte del proceso. Un código incorrecto o una hipótesis fallida no genera frustración permanente; más bien abre la puerta a nuevas ideas. El grupo vuelve a observar las pistas y reorganiza su estrategia. Este ambiente de prueba y reflexión fortalece la confianza y reduce el temor que a veces acompaña al aprendizaje de la química.

La integración de herramientas digitales amplía todavía más las posibilidades del escape room científico. Algunas pistas pueden presentarse mediante simulaciones virtuales, códigos QR o pequeños videos explicativos. Esa combinación entre juego físico y recursos tecnológicos crea una experiencia más rica y envolvente. Yllana Prieto et al. (2023) destacan que las metodologías activas apoyadas en recursos innovadores fomentan una participación significativa y favorecen la comprensión conceptual.

Para el docente, diseñar este tipo de actividades también representa una oportunidad creativa. La planificación implica pensar en historias, acertijos, materiales y secuencias lógicas que conecten con los contenidos curriculares. Aunque requiere preparación, el resultado suele ser muy gratificante. Ver a los estudiantes debatir, investigar y celebrar cada pista resuelta transmite la sensación de que el aprendizaje ha encontrado un camino más vivo y cercano.

Algo cambia en el ambiente del aula. Quedan comentarios, sonrisas y esa sensación agradable de haber descubierto algo juntos. Los conceptos químicos dejan de ser ideas distantes y pasan a formar parte de una experiencia memorable. Tal como señalan Yllana Prieto et al. (2023), las metodologías basadas en escape room ofrecen una vía efectiva para enseñar contenidos científicos, al combinar juego, cooperación y pensamiento analítico dentro de una misma experiencia educativa.

3.3.- Apps interactivas para el aprendizaje de elementos y reacciones

Las aplicaciones interactivas han transformado el aprendizaje de la química en algo más cercano y dinámico. Cuando un estudiante abre una app dedicada a los elementos o a las reacciones químicas, aparece ante sus ojos una especie de mapa vivo del conocimiento. Los colores de la tabla periódica, las animaciones de moléculas y las pequeñas actividades interactivas generan una experiencia distinta a la lectura tradicional. Poco a poco, el estudio deja de sentirse distante y empieza a despertar curiosidad y entusiasmo.

Muchas de estas aplicaciones presentan los elementos químicos como si fueran personajes con identidad propia. Cada uno tiene propiedades, comportamientos y relaciones con otros elementos. Al tocar la pantalla, aparecen datos, estructuras y ejemplos de reacciones. Ese movimiento constante mantiene la atención y despierta preguntas. Núñez De Luca, Gallegos Robles, Suárez Ibujés y Santillán Tasigchana (2025) señalan que las tecnologías digitales favorecen una comprensión más clara de los contenidos científicos al ofrecer representaciones visuales y dinámicas.

El aprendizaje de las reacciones químicas también adquiere otra dimensión dentro de estas plataformas. En lugar de observar ecuaciones inmóviles en una página, los estudiantes pueden ver

animaciones donde los átomos se reorganizan y forman nuevos compuestos. Esa representación visual facilita la comprensión de procesos que antes parecían abstractos. Los cambios dejan de ser una idea lejana y se transforman en un fenómeno visible que despierta interés y asombro.

Las apps interactivas también incluyen actividades tipo juego que convierten el aprendizaje en una experiencia más entretenida. Algunos retos consisten en identificar elementos a partir de pistas, mientras otros invitan a completar ecuaciones químicas correctamente. Cada respuesta genera retroalimentación inmediata. Ese intercambio constante entre acción y respuesta mantiene la atención activa y permite corregir errores sin que aparezca frustración prolongada.

Otro aspecto valioso aparece en la posibilidad de practicar tantas veces como sea necesario. Las aplicaciones permiten repetir ejercicios, revisar conceptos y avanzar a un ritmo personal. Esa flexibilidad crea un ambiente más relajado para el aprendizaje. Núñez De Luca et al. (2025) destacan que la integración de herramientas digitales dentro de estrategias de gamificación contribuye a mejorar la comprensión conceptual y práctica en disciplinas científicas.

Las aplicaciones también ofrecen recursos visuales que enriquecen la experiencia educativa. Modelos tridimensionales, simulaciones de enlaces químicos y diagramas interactivos permiten observar estructuras que antes resultaban difíciles de representar en el aula tradicional. Los estudiantes giran las moléculas, acercan la vista a los enlaces y analizan cada detalle con curiosidad. Esa cercanía visual transforma la relación con los contenidos.

Además, muchas apps integran pequeños sistemas de logros o recompensas. Cada actividad completada abre nuevas secciones, niveles o insignias. Este tipo de dinámica genera

entusiasmo y un sentimiento de avance constante. El aprendizaje se percibe como una travesía con metas claras. Según Núñez De Luca et al. (2025), la gamificación dentro de entornos digitales fortalece la motivación académica y estimula la participación activa.

Figura 8

Aplicaciones móviles interactivas para el aprendizaje de elementos químicos y reacciones



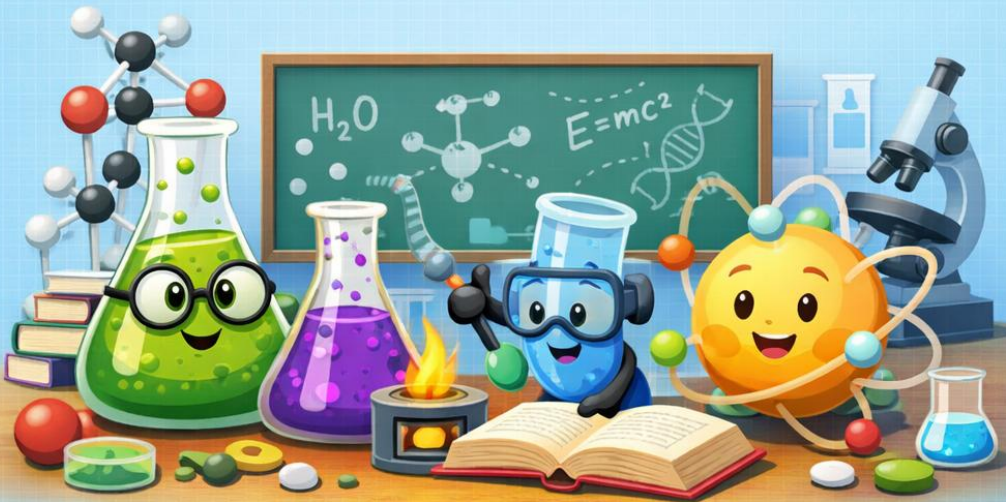
Las aplicaciones también favorecen la conexión entre teoría y práctica. Un estudiante puede estudiar las propiedades de un elemento y, minutos después, observar una simulación de la reacción en la que participa. Esa relación directa entre información y experiencia visual facilita la comprensión. Los conceptos se vuelven más claros y memorables, porque se relacionan con acciones concretas dentro de la plataforma.

Para los docentes, estas herramientas representan un apoyo pedagógico interesante. Pueden integrarse en actividades de clase, tareas autónomas o momentos de repaso. Además, permiten observar el progreso de los estudiantes mediante registros de actividad y resultados. Este seguimiento facilita identificar dificultades y reforzar determinados contenidos de manera oportuna.

Con el paso del tiempo, estas aplicaciones han demostrado que la tecnología puede abrir nuevas puertas para el aprendizaje de la química. Los elementos y las reacciones dejan de parecer lejanos o complejos y pasan a formar parte de una experiencia interactiva. Tal como indican Núñez De Luca et al. (2025), la integración de tecnologías digitales y estrategias de gamificación fortalece el aprendizaje en las ciencias, creando ambientes educativos más dinámicos, participativos y estimulantes.

Capítulo 4

Aula invertida en la enseñanza química



A veces la clase de química comienza mucho antes de que los estudiantes crucen la puerta del aula. Ocurre en una habitación en silencio, frente a una pantalla que reproduce un video breve, o quizá durante una simulación interactiva donde las moléculas empiezan a moverse por primera vez. Ese momento inicial tiene algo de preparación cuidadosa, como quien reúne los ingredientes antes de cocinar. Cuando finalmente llegan al salón, ya llevan consigo pequeñas preguntas, intuiciones y esa chispa de curiosidad que enciende las conversaciones más interesantes.

El aula invertida propone precisamente eso: invertir el orden tradicional para que el encuentro presencial se convierta en un espacio de diálogo, experimentación y descubrimiento compartido. Los materiales digitales —videos, lecturas, simulaciones— preparan el terreno. Cada estudiante avanza a su propio ritmo, repite lo que no comprende, pausa la explicación para anotar una idea. Regalado-Segovia y colaboradores señalan que esta estrategia fortalece la motivación porque "los estudiantes llegan con mayor disposición a participar y aportar ideas en la clase" (Regalado-Segovia et al., 2025).

En química, esta preparación previa resulta especialmente valiosa. Los conceptos abstractos —enlaces, reacciones, estructuras moleculares— suelen resistirse a una primera explicación rápida. Un video bien diseñado puede mostrar el movimiento de los electrones; una simulación permite observar una reacción desde dentro. Cuando los estudiantes llegan al aula, ya han visto esas imágenes, ya han escuchado los términos, ya tienen un mapa mental, aunque sea borroso. La clase presencial sirve entonces para aclarar, profundizar y conectar.

Las microlecciones en video funcionan como pequeñas ventanas al conocimiento. Son breves, directas, concentradas en una idea central. Bermejo Polo y González Rolong (2022) destacan que la microlección digital permite presentar contenidos de manera clara y dinámica, favoreciendo procesos de comprensión gradual.

Un video de cinco minutos sobre la tabla periódica puede despertar más preguntas que una hora de explicación tradicional, precisamente porque deja espacio para la curiosidad.

Después de ese primer contacto, el aula se transforma. El tiempo ya no se consume en largas exposiciones; ahora se dedica a conversar, a resolver problemas, a observar experimentos. Las preguntas abiertas funcionan como detonantes. El docente propone una situación cotidiana —la oxidación de un clavo, la efervescencia de un antiácido— y los estudiantes ensayan explicaciones. Algunas respuestas son acertadas, otras no tanto, pero todas alimentan una discusión que construye conocimiento colectivo.

La evaluación, en este modelo, también adquiere un carácter distinto. Deja de ser un momento puntual al final del proceso y se convierte en una presencia constante. Las herramientas en línea permiten recoger señales del progreso: un cuestionario breve, una reflexión escrita, una simulación resuelta. Urrutia Ortiz y colaboradores afirman que la evaluación digital permite "monitorear de manera sistemática el avance del estudiante en entornos virtuales" (Urrutia Ortiz et al., 2024).

Esa evaluación continua tiene algo de conversación silenciosa. El docente observa los resultados, identifica dificultades recurrentes, detecta conceptos que necesitan refuerzo. Luego ajusta la clase, propone nuevos ejemplos, dedica más tiempo a ciertas explicaciones. Urrutia Ortiz et al. (2024) señalan que los sistemas de evaluación en línea facilitan "una retroalimentación constante que orienta el aprendizaje y fortalece la autonomía del estudiante". Cada pequeño comentario, cada corrección temprana, construye un andamiaje que sostiene el aprendizaje.

Los recursos audiovisuales, además, enriquecen este proceso con su capacidad para evocar emociones. Una animación lograda, una demostración experimental bien filmada, una

explicación con metáforas visuales... todo eso queda grabado en la memoria de otra manera. Bermejo Polo y González Rolong (2022) explican que estos materiales favorecen la participación activa del alumnado y fortalecen la capacidad para abordar problemas académicos mediante procesos de revisión personal.

Cuando los estudiantes producen sus propios contenidos —un video explicativo, una infografía, un pequeño podcast— la comprensión se profundiza todavía más. Explicar un concepto químico con palabras propias, buscar imágenes que lo representen, organizar las ideas en una secuencia lógica: todas esas acciones construyen un conocimiento más sólido y duradero. La evaluación se vuelve entonces una oportunidad para crear, no solo para medir.

Lo que queda no es únicamente una calificación o un conjunto de fórmulas memorizadas. Queda también la experiencia de haber aprendido de otra manera, más activa, más personal, más conectada con la vida. Regalado-Segovia et al. (2025), Bermejo Polo y González Rolong (2022) y Urrutia Ortiz et al. (2024) coinciden en que el aula invertida, apoyada en recursos digitales y evaluación continua, transforma la enseñanza en un proceso más humano. La química, esa ciencia que a veces parece lejana, se vuelve entonces un territorio cercano donde cada estudiante encuentra su propio camino para comprender el mundo.

4.1.- Estrategias de preparación previa y discusión en clase

El aula invertida transforma el ritmo tradicional de la clase de química y abre un espacio distinto para aprender. Antes de entrar al aula, el estudiante ya ha tenido un primer encuentro con el tema: un video breve, una simulación digital o una lectura guiada. Ese momento previo se parece a encender una chispa antes de llegar al laboratorio. Cuando la clase inicia, la conversación no parte desde cero; llega cargada de preguntas, intuiciones y pequeñas sorpresas que despiertan curiosidad.

La preparación previa funciona como una puerta entreabierta hacia el conocimiento. Los materiales digitales permiten que cada estudiante avance a su propio ritmo, pausando, repitiendo o anotando ideas. Esta dinámica cambia la sensación habitual de enfrentarse a fórmulas desconocidas. En lugar de sentirse perdido, el estudiante entra al aula con cierta familiaridad. Regalado-Segovia y colaboradores señalan que esta estrategia fortalece la motivación porque “los estudiantes llegan con mayor disposición a participar y aportar ideas en la clase” (Regalado-Segovia et al., 2025).

Figura 9

Estrategias de preparación previa y discusión en clase en el modelo de aula invertida en química



En química, esta preparación inicial puede incluir videos cortos sobre enlaces químicos, simulaciones de reacciones o lecturas acompañadas de preguntas sencillas. Al revisar estos recursos antes de la clase, la mente empieza a organizar conceptos. Es un proceso silencioso, parecido a dejar reposar una mezcla antes de observar su reacción. Cuando el estudiante vuelve a pensar en el tema durante la clase, muchas piezas ya están en movimiento.

La discusión en clase se convierte entonces en el corazón de la experiencia. El tiempo que antes se dedicaba a largas explicaciones ahora se utiliza para dialogar, resolver problemas y

analizar fenómenos químicos. En ese ambiente, el profesor actúa más como guía que como expositor permanente. Las ideas circulan entre los estudiantes, se contrastan, se corrigen y se fortalecen. El aprendizaje adquiere un tono colectivo, casi como un pequeño laboratorio de pensamiento.

En este tipo de sesiones, las preguntas abiertas funcionan como detonantes intelectuales. El docente puede presentar una situación cotidiana relacionada con la química —por ejemplo, la oxidación de un metal o el cambio de color en una reacción— y pedir a los estudiantes que expliquen lo observado. Las respuestas no siempre son perfectas, y precisamente ahí aparece el valor del intercambio. Cada intervención abre nuevas perspectivas y estimula la reflexión conjunta.

Regalado-Segovia y sus colegas destacan que la participación estudiantil aumenta cuando el aula se transforma en un espacio de diálogo activo. Según su investigación, “la interacción y el trabajo colaborativo generan mayor compromiso con el proceso de aprendizaje” (Regalado-Segovia et al., 2025). En una clase de química esto se nota con facilidad: manos levantadas, cuadernos llenos de esquemas, comentarios espontáneos que conectan la teoría con la vida cotidiana.

La tecnología cumple un papel silencioso pero poderoso en esta preparación previa. Plataformas educativas, videos interactivos o simuladores químicos amplían el acceso a la información y despiertan interés. Cuando los estudiantes llegan al aula después de haber interactuado con estos recursos, la conversación se vuelve más rica. No parten de la incertidumbre absoluta; llegan con pequeñas pistas que alimentan el diálogo.

También aparece un cambio emocional en el ambiente de aprendizaje. La clase deja de sentirse rígida y empieza a parecer un espacio dinámico, casi vibrante. Algunos estudiantes comentan lo que entendieron en casa, otros comparten dudas que surgieron

mientras revisaban el material. Ese intercambio genera una atmósfera cercana. El aula se llena de voces y pensamientos que se entrelazan, como moléculas formando nuevas combinaciones.

En química, donde muchos conceptos pueden resultar abstractos, esta estrategia ayuda a volverlos más cercanos. La discusión colectiva permite conectar ecuaciones y fenómenos visibles: el burbujeo de una reacción, el olor característico de una sustancia, el cambio de temperatura en un experimento. Cuando los estudiantes hablan sobre estas observaciones, el conocimiento deja de ser una lista de fórmulas y se convierte en una experiencia significativa.

Las estrategias de preparación previa y discusión en clase construyen un puente entre la curiosidad individual y el aprendizaje compartido. El estudiante llega con una chispa de conocimiento y la clase la transforma en una pequeña llama de comprensión. Regalado-Segovia et al. (2025) concluyen que este enfoque fortalece la motivación y la participación activa, creando un entorno educativo más dinámico. En la enseñanza de la química, esa energía colectiva puede convertir cada clase en un auténtico espacio de descubrimiento.

4.2.- Recursos audiovisuales y microlecciones en video

En el aula invertida, los recursos audiovisuales adquieren un brillo especial. El aprendizaje empieza antes del encuentro en clase, muchas veces frente a una pantalla que reproduce una breve explicación, una animación molecular o una demostración experimental. Ese primer acercamiento tiene algo de puerta abierta: despierta curiosidad y prepara la mente. La química deja de presentarse como una pared llena de fórmulas y pasa a sentirse cercana. El estudiante llega al aula con una chispa previa, con preguntas dando vueltas en la cabeza.

Las microlecciones en video funcionan como pequeñas cápsulas de conocimiento. Son breves, directas y cuidadosamente diseñadas para concentrar una idea central. En lugar de largas exposiciones, aparece una explicación compacta que puede verse varias veces, pausarse o revisarse con calma. Esa flexibilidad cambia la relación con el aprendizaje. Tal como señalan Bermejo Polo y González Rolong (2022), la microlección digital permite presentar contenidos de manera clara y dinámica, favoreciendo procesos de comprensión gradual en los estudiantes.

Cuando se aplican en química, estas microlecciones adquieren una potencia particular. Las reacciones, las estructuras moleculares y los procesos invisibles del mundo microscópico encuentran en el video una forma muy expresiva de mostrarse. Una animación bien lograda puede transformar una ecuación abstracta en una historia visual donde los átomos se acercan, chocan y reorganizan. De pronto, aquello que antes parecía distante comienza a tener forma, movimiento y sentido.

También hay un elemento emocional en estos materiales. Un buen recurso audiovisual no se limita a transmitir información; genera atmósferas de aprendizaje. La música suave de fondo, la voz del docente que guía con cercanía, los colores que resaltan una reacción química... todo contribuye a crear una experiencia que se recuerda. La memoria, después de todo, guarda mejor aquello que se siente vivo. El conocimiento entra por los ojos, pero también por la curiosidad.

En el modelo de aula invertida, el video abre el camino para una clase más activa. Los estudiantes llegan con una base previa y el tiempo presencial se dedica a discutir, experimentar o resolver problemas. Esa transformación del tiempo pedagógico permite que el docente acompañe de manera más cercana. Ya no se trata de hablar durante toda la sesión, sino de dialogar, orientar y observar el proceso de comprensión que ocurre frente a sus ojos.

Las microlecciones también ayudan a fortalecer la autonomía del estudiante. Cada quien avanza a su ritmo, detiene la explicación cuando algo no queda claro y vuelve a escuchar un fragmento que necesita mayor atención. Bermejo Polo y González Rolong (2022) destacan que este tipo de recursos digitales favorece la participación activa del alumnado y fortalece la capacidad para abordar problemas académicos mediante procesos de revisión y reflexión personal.

Figura 10

Uso de recursos audiovisuales y microlecciones en video para el aprendizaje de la química



Otro aspecto valioso aparece en la organización del contenido. Las microlecciones dividen temas complejos en fragmentos manejables. En química, donde un concepto suele depender de varios pasos previos, esta estructura resulta muy útil. Primero se presenta una idea sencilla; luego otra que se conecta con la anterior. Poco a poco se construye un mapa mental coherente. El aprendizaje avanza como quien arma un rompecabezas pieza por pieza.

Además, el lenguaje audiovisual permite mostrar procesos experimentales que a veces no pueden realizarse en el laboratorio escolar. Un video puede registrar una reacción delicada, un procedimiento especializado o una simulación de laboratorio

virtual. De esa manera, el estudiante observa fenómenos que de otro modo quedarían fuera del alcance del aula. El conocimiento científico se vuelve más amplio, más visible, más cercano.

Desde una mirada pedagógica, la microlección no se trata de un simple video corto. Existe una intención didáctica muy clara detrás de su diseño. De acuerdo con Bermejo Polo y González Rolong (2022), estas piezas educativas se estructuran para orientar la atención del estudiante hacia un objetivo específico, favoreciendo procesos de comprensión y resolución de problemas mediante explicaciones breves y focalizadas.

Los recursos audiovisuales y las microlecciones transforman el ritmo del aprendizaje en química. La clase se vuelve un espacio de conversación, experimentación y descubrimiento compartido. El conocimiento deja de sentirse pesado o distante. Aparece una sensación distinta, más ligera y curiosa, como cuando una idea finalmente encaja. Y en ese momento el estudiante no memoriza una fórmula; comprende una pequeña parte del mundo.

4.3.- Evaluación dinámica y continua con herramientas en línea

En un aula invertida de química, la evaluación deja de sentirse como un momento rígido al final de la clase y pasa a ser una presencia constante, casi como un pulso que acompaña cada etapa del aprendizaje. Las herramientas en línea permiten recoger señales pequeñas pero valiosas del progreso estudiantil. Un cuestionario breve, una reflexión digital o una simulación compartida abren ventanas para observar la comprensión. Tal como señalan Urrutia Ortiz y colaboradores, la evaluación digital permite “monitorear de manera sistemática el avance del estudiante en entornos virtuales” (Urrutia Ortiz et al., 2024).

Cuando el estudiante llega al aula tras revisar materiales previos, la evaluación continua actúa como una conversación

silenciosa entre docente y aprendiz. Las plataformas educativas registran respuestas, dudas, tiempos de interacción. Cada dato cuenta una pequeña historia. A veces revela entusiasmo; otras veces muestra vacilaciones. De acuerdo con Urrutia Ortiz et al. (2024), los sistemas de evaluación en línea facilitan “una retroalimentación constante que orienta el aprendizaje y fortalece la autonomía del estudiante”. Esa retroalimentación, breve y cercana, transforma la clase en un espacio más humano.

En química, donde muchas ideas parecen invisibles — átomos, enlaces, reacciones—, las herramientas digitales ofrecen caminos sensibles para observar la comprensión. Un formulario interactivo puede revelar si la estructura molecular fue realmente comprendida o si quedó flotando en la memoria. Las gráficas automáticas de resultados funcionan como termómetros pedagógicos. En palabras de Urrutia Ortiz et al. (2024), los recursos virtuales permiten realizar “procesos evaluativos más flexibles y adaptativos”, ajustados al ritmo real de cada grupo.

La evaluación dinámica también alimenta el clima emocional del aula. Cuando un estudiante responde un cuestionario breve en su teléfono y recibe una retroalimentación inmediata, siente que su esfuerzo tiene eco. Esa pequeña confirmación motiva, despierta curiosidad, anima a seguir aprendiendo. Las herramientas digitales, bien utilizadas, convierten el error en un punto de partida y no en una marca negativa. Tal como señalan Urrutia Ortiz et al. (2024), la evaluación en entornos virtuales promueve una participación más activa y reflexiva.

Durante la clase invertida, los resultados obtenidos antes del encuentro presencial funcionan como un mapa para la enseñanza. El docente llega al aula con pistas claras sobre las ideas que necesitan mayor atención. Tal vez varios estudiantes confundieron la ley de conservación de la masa o interpretaron de forma incompleta una ecuación química. Con esos indicios, la

sesión presencial se transforma en un espacio de diálogo, experimentación y aclaración colectiva.

Las herramientas digitales también permiten integrar actividades creativas dentro de la evaluación. Un video corto explicando una reacción química, una infografía sobre los tipos de enlace o una simulación comentada pueden convertirse en evidencias de aprendizaje. Estas producciones muestran no solo conocimiento, sino también comprensión profunda. Según Urrutia Ortiz et al. (2024), los entornos virtuales favorecen “diversas formas de demostrar el aprendizaje”, ampliando las oportunidades para que cada estudiante exprese lo que sabe.

Otro aspecto valioso aparece en la trazabilidad del aprendizaje. Cada interacción registrada en la plataforma forma un recorrido visible del progreso académico. Se puede observar la evolución de las respuestas, las mejoras graduales, incluso los momentos de dificultad. Esta mirada longitudinal permite acompañar a los estudiantes con mayor sensibilidad. Urrutia Ortiz et al. (2024) destacan que las herramientas digitales facilitan el seguimiento continuo del proceso formativo, lo que fortalece la toma de decisiones pedagógicas.

Además, la evaluación continua favorece una relación más cercana con el conocimiento científico. En lugar de memorizar fórmulas de manera aislada, el estudiante participa en actividades breves que invitan a pensar, comparar, predecir resultados de reacciones o analizar datos experimentales. Cada actividad funciona como una chispa que mantiene encendida la curiosidad. Poco a poco, la química deja de parecer distante y empieza a sentirse cercana, casi cotidiana.

También cambia el papel del docente. Ya no actúa únicamente como quien califica al final del proceso. Ahora acompaña, observa, interpreta evidencias de aprendizaje en tiempo real. Las plataformas digitales permiten intervenir con

comentarios, preguntas o sugerencias que orientan el camino académico. En ese acompañamiento continuo se fortalece la confianza del estudiante y se construye una relación pedagógica más abierta y colaborativa.

Figura 11

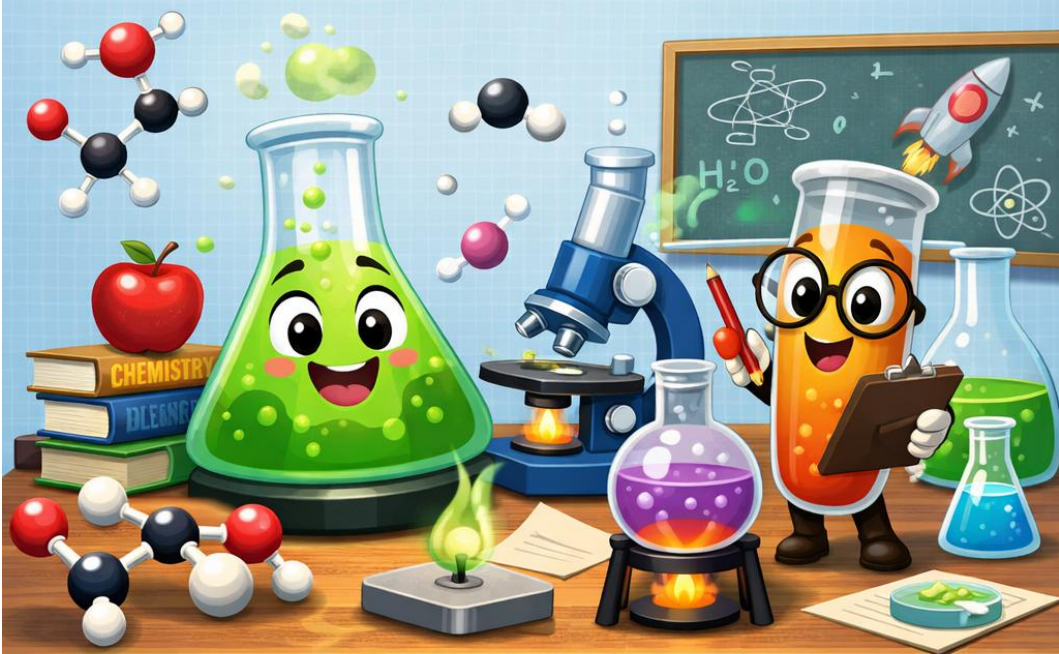
Evaluación dinámica y continua en la enseñanza de la química mediante herramientas digitales



Así, la evaluación dinámica dentro del aula invertida se convierte en una especie de brújula pedagógica. Orienta decisiones, revela avances, detecta vacíos y celebra progresos. Las herramientas en línea amplían las posibilidades para observar el aprendizaje con mayor sensibilidad. Como sostienen Urrutia Ortiz et al. (2024), las estrategias evaluativas en entornos virtuales contribuyen a un aprendizaje más participativo y reflexivo. En la enseñanza de la química, esa mirada permanente transforma la evaluación en un proceso vivo, cercano y profundamente formativo.

Capítulo 5

Química verde y sostenibilidad



A veces la química se presenta en los libros como un conjunto de fórmulas abstractas, alejadas de la vida que palpita fuera del aula. Sin embargo, cuando la mirada se posa sobre el entorno, aparecen conexiones inesperadas: el agua que bebemos, los residuos que generamos, el aire que respiramos. La ciencia entonces adquiere un rostro nuevo, más cercano y profundo. Tal como señalan Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023), la educación ambiental invita a comprender la realidad ecológica desde una visión compleja, donde naturaleza, sociedad y conocimiento se entrelazan constantemente.

En ese encuentro entre química y conciencia ecológica, los estudiantes comienzan a sentir que cada molécula cuenta una historia. Un plástico abandonado, un solvente industrial o un fertilizante ya no son elementos neutros; representan decisiones humanas con consecuencias ambientales. Esa percepción despierta algo más que curiosidad intelectual. Aparece una inquietud sincera, una mezcla de asombro y responsabilidad que transforma la manera de mirar el mundo y el papel de la ciencia dentro de él.

La educación ambiental no se limita a transmitir datos sobre el deterioro del planeta. Propone una forma distinta de habitar el conocimiento, donde el laboratorio se convierte en un espacio de reflexión ética. Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023) explican que este enfoque fomenta una mirada integral que promueve la participación consciente de los ciudadanos en la protección del entorno. En el aula, esa participación se traduce en preguntas, debates y pequeñas acciones que van tejiendo una cultura de cuidado.

Los proyectos de investigación sobre materiales biodegradables abren una puerta luminosa en ese camino. Cuando los estudiantes mezclan almidón, ajustan temperaturas y observan cómo una película delgada comienza a formarse, ocurre algo memorable. La química deja de ser teoría para convertirse en experiencia tangible. Delgadillo Ruiz et al. (2024) señalan que el

estudio de bioplásticos elaborados con materias primas naturales permite evaluar propiedades físicas y comprender alternativas sostenibles frente a polímeros tradicionales.

En esos momentos, el error se vuelve aliado. Una mezcla que no fragua, una película quebradiza o un tiempo de secado mal calculado no representan fracasos, sino pistas. Los estudiantes ajustan proporciones, modifican variables, vuelven a intentar. Ese ciclo de prueba y reflexión fortalece la comprensión del método científico y también la perseverancia. Cada nuevo ensayo acerca un poco más a esa mezcla perfecta que algún día podría reemplazar un plástico contaminante.

El aprendizaje-servicio añade una dimensión todavía más humana a esta experiencia. Los estudiantes salen del aula y llevan sus conocimientos a la comunidad. Explican, muestran, conversan con vecinos sobre alternativas sostenibles. Rannau-Garrido y Contreras-Olivares (2024) destacan que el aprendizaje-servicio permite articular formación académica con participación social, generando experiencias educativas que conectan conocimiento, acción y compromiso ciudadano. La ciencia deja de ser individual y se vuelve colectiva.

En esos encuentros comunitarios, la química se llena de rostros y voces. Un niño observa fascinado cómo se forma un bioplástico; una señora mayor pregunta sobre la contaminación del agua del barrio. Los estudiantes responden, explican con palabras sencillas, traducen conceptos complejos a experiencias cotidianas. Esa comunicación fortalece su propia comprensión y también un vínculo afectivo con el entorno. La ciencia se vuelve cercana, útil, profundamente humana.

La química verde aparece entonces como una brújula ética en este recorrido. Sus principios invitan a repensar los procesos desde el origen, a elegir reactivos menos dañinos, a minimizar residuos. Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023) señalan que

una educación ambiental sostenible impulsa prácticas que armonizan conocimiento científico y cuidado del entorno. En el aula, esa armonía se traduce en decisiones cotidianas: experimentos de bajo impacto, materiales reutilizables, reflexión constante sobre la huella ecológica.

La tecnología también acompaña esta transformación. Simuladores, laboratorios virtuales y plataformas digitales permiten explorar procesos sin generar residuos, visualizar fenómenos ambientales complejos y compartir resultados con comunidades lejanas. La pantalla se convierte en una ventana hacia un mundo donde la ciencia y la conciencia pueden dialogar. Rannau-Garrido y Contreras-Olivares (2024) describen el aprendizaje-servicio como una oportunidad para integrar experiencias prácticas con reflexión crítica.

Lo que permanece no es únicamente un conjunto de conceptos aprendidos. Queda también una sensación de pertenencia, de responsabilidad compartida con el planeta. Los estudiantes comprenden que la química puede ser una herramienta para cuidar la vida, para imaginar futuros más equilibrados. Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023), Delgadillo Ruiz et al. (2024) y Rannau-Garrido y Contreras-Olivares (2024) coinciden en que la educación ambiental, la investigación sobre materiales sostenibles y el aprendizaje-servicio construyen una ciencia más humana, capaz de responder a los problemas reales de nuestro tiempo.

5.1.- Educación ambiental y responsabilidad científica

La educación ambiental dentro de la enseñanza de la química abre una ventana profunda hacia la conciencia. No se trata únicamente de aprender fórmulas o reconocer compuestos; se trata de sentir la relación viva entre la ciencia y la Tierra. En el aula, cada reacción química puede convertirse en una historia sobre el equilibrio del planeta. Los estudiantes perciben entonces que la

ciencia tiene rostro humano. Tal como señalan Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023), la educación ambiental invita a comprender la realidad ecológica desde una visión compleja, donde naturaleza, sociedad y conocimiento se entrelazan constantemente.

Figura 12

Educación ambiental y responsabilidad científica en la enseñanza de la química



Cuando la química se vincula con la responsabilidad científica, el aprendizaje adquiere un sentido más amplio. El laboratorio deja de ser un espacio aislado y se transforma en un pequeño reflejo del mundo. Allí se toman decisiones, se analizan impactos y se reflexiona sobre el uso de los recursos. La ciencia se vuelve ética. Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023) explican que la educación ambiental fomenta una mirada integral que promueve la participación consciente de los ciudadanos en la protección del entorno.

En ese ambiente educativo, los estudiantes empiezan a notar que cada sustancia posee una historia ambiental. Un solvente, por ejemplo, no es únicamente un líquido transparente; también representa procesos industriales, consumo energético y posibles efectos sobre el agua o el aire. Esta mirada despierta preguntas sinceras. La curiosidad se vuelve responsabilidad. De acuerdo con

Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023), la educación ambiental promueve una comprensión compleja de los sistemas naturales y sociales que interactúan permanentemente.

La química verde aparece entonces como una brújula ética. Sus principios invitan a diseñar procesos menos contaminantes, reducir residuos y aprovechar mejor la materia prima. En el aula, estos principios se traducen en pequeñas decisiones pedagógicas: usar experimentos con menor impacto, reutilizar materiales o analizar alternativas sostenibles. La ciencia deja de ser distante. Se vuelve cercana, tangible, casi cotidiana. Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023) señalan que una educación ambiental sostenible impulsa prácticas que armonizan conocimiento científico y cuidado del entorno.

A medida que los estudiantes se familiarizan con esta visión, cambia su forma de mirar el mundo. Un río cercano, el humo de una fábrica o el plástico abandonado en una calle adquieren un significado diferente. La química permite comprender esos fenómenos con mayor profundidad. No se trata únicamente de observar; se trata de interpretar. Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023) afirman que la educación ambiental busca formar ciudadanos capaces de analizar las relaciones complejas entre actividad humana y equilibrio ecológico.

La tecnología también aporta nuevas posibilidades para fortalecer esta conciencia. Simuladores, laboratorios virtuales y plataformas digitales permiten analizar reacciones químicas sin generar residuos físicos. La pantalla se convierte en un espacio de experimentación responsable. Además, estas herramientas facilitan la visualización de procesos ambientales complejos. Según Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023), la educación ambiental requiere enfoques innovadores que integren conocimientos científicos, tecnológicos y sociales en la formación educativa.

En el corazón de esta propuesta educativa aparece una idea sencilla pero poderosa: cada decisión científica tiene consecuencias. Desde la elección de un reactivo hasta el diseño de un proceso industrial, todo deja una huella. Cuando los estudiantes comprenden esta relación, la química deja de percibirse como un conjunto frío de ecuaciones. Se transforma en una herramienta para cuidar la vida. Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023) sostienen que la educación ambiental promueve una conciencia crítica orientada hacia el desarrollo sostenible.

Los docentes desempeñan un papel fundamental en este camino. Su manera de presentar la ciencia influye profundamente en la sensibilidad de los estudiantes. Una explicación apasionada, una pregunta abierta o una reflexión sobre el impacto ambiental pueden despertar un interés genuino. Poco a poco, el aula se convierte en un espacio de reflexión colectiva. Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023) destacan que la educación ambiental fortalece la construcción de valores y actitudes responsables frente al entorno natural.

También aparece un componente emocional que no suele mencionarse en los manuales científicos. Sentir preocupación por un bosque o admiración por la complejidad de un ecosistema fortalece la relación entre conocimiento y sensibilidad. La química ayuda a comprender esas realidades invisibles que sostienen la vida. Moléculas, ciclos biogeoquímicos y reacciones se conectan con la salud del planeta. En palabras de Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023), la educación ambiental promueve una comprensión profunda de la interdependencia entre naturaleza y sociedad.

La enseñanza de la química vinculada con la sostenibilidad deja una huella duradera. Los estudiantes no únicamente adquieren conocimientos científicos; también desarrollan una conciencia que los acompaña más allá del aula. Cada experimento, cada debate y cada reflexión contribuyen a formar ciudadanos más atentos al

bienestar del planeta. Bacarreza Molina y Villela Cervantes (2023) recuerdan que la educación ambiental busca precisamente eso: construir una cultura de responsabilidad compartida que favorezca un futuro más equilibrado y respetuoso con la Tierra.

5.2.- Proyectos de investigación sobre materiales biodegradables

El estudio de materiales biodegradables dentro de la enseñanza de la química abre una puerta luminosa hacia una ciencia más consciente. En el aula, estos proyectos se convierten en pequeñas semillas de cambio. El laboratorio deja de ser únicamente un espacio de fórmulas y se transforma en un taller de futuro. Allí, entre vasos de precipitación y aromas sutiles de almidón calentado, los estudiantes perciben que la química puede cuidar la Tierra. Esa sensación despierta curiosidad, responsabilidad y una emoción tranquila que acompaña cada experimento.

Cuando los estudiantes participan en proyectos de investigación sobre materiales biodegradables, algo cambia en su forma de mirar los objetos cotidianos. Una simple bolsa o un envase plástico deja de ser invisible. Aparecen preguntas, reflexiones, incluso cierta inquietud. La química adquiere un rostro humano. De acuerdo con Delgadillo Ruiz et al. (2024), el estudio de bioplásticos elaborados con materias primas naturales permite evaluar propiedades físicas y comprender alternativas sostenibles frente a polímeros tradicionales.

En el laboratorio escolar, el proceso inicia con la elección de materias primas. Almidón de maíz, cáscaras vegetales o geles naturales aparecen sobre la mesa como ingredientes de una receta científica. Las manos mezclan, calientan, agitan. La textura cambia lentamente, casi como si la materia respirara. Esa experiencia sensorial fortalece el aprendizaje porque el conocimiento ya no se limita a una explicación teórica; pasa por los sentidos, por el asombro y por la paciencia que exige cada ensayo.

La investigación escolar también invita a observar con detenimiento las propiedades físicas de los materiales obtenidos. Elasticidad, resistencia, flexibilidad o degradación se vuelven variables de análisis. Según Delgadillo Ruiz et al. (2024), los bioplásticos desarrollados a partir de compuestos naturales pueden presentar características mecánicas distintas a los polímeros convencionales, lo cual requiere mediciones cuidadosas y comparaciones experimentales. En ese instante el estudiante adopta el papel de científico, atento a cada detalle.

Figura 13

Investigación científica sobre materiales biodegradables en contextos educativos



A lo largo de estos proyectos, el error deja de percibirse como un obstáculo. Se transforma en una pista que orienta nuevas pruebas. Una película biodegradable demasiado frágil conduce a modificar proporciones o tiempos de calentamiento. Ese ciclo de ensayo y ajuste alimenta la perseverancia. Además, fortalece la comprensión del método científico, porque cada resultado, incluso el menos esperado, aporta información valiosa para mejorar la formulación del material.

Los proyectos de investigación también promueven el trabajo colaborativo. En torno a una mesa de laboratorio surgen conversaciones espontáneas, risas breves, momentos de

concentración profunda. Cada integrante aporta observaciones distintas. Uno detecta un cambio en la textura; otro registra datos con precisión; alguien más propone una variación en la mezcla. La ciencia se construye en comunidad, y esa vivencia fortalece la confianza y el respeto por las ideas compartidas.

En términos ambientales, el impacto educativo resulta poderoso. Comprender que los materiales plásticos convencionales permanecen durante décadas en el ambiente genera una sensación de urgencia silenciosa. Frente a esa realidad, los bioplásticos representan una esperanza tangible. Delgadillo Ruiz et al. (2024) señalan que la investigación sobre materiales biodegradables permite evaluar alternativas capaces de reducir la acumulación de residuos plásticos en ecosistemas naturales.

La tecnología también acompaña este proceso formativo. Herramientas digitales, simuladores y laboratorios virtuales permiten visualizar estructuras moleculares, comparar datos o proyectar escenarios de degradación. La combinación entre experimentación física y recursos tecnológicos amplía la comprensión. Así, el aula se convierte en un espacio híbrido donde la ciencia tradicional dialoga con innovaciones digitales, generando experiencias educativas más ricas y dinámicas.

Para los estudiantes, participar en estos proyectos deja una huella emocional profunda. Existe una satisfacción especial al sostener en las manos un material creado por ellos mismos. Tal vez no sea perfecto, quizá presente irregularidades o bordes frágiles, pero representa un logro auténtico. Ese pequeño fragmento de bioplástico simboliza conocimiento, esfuerzo y una forma distinta de relacionarse con la naturaleza.

Los proyectos de investigación sobre materiales biodegradables trascienden el objetivo académico. Se convierten en una invitación a repensar el papel de la química en la sociedad. Cada experimento, cada observación y cada discusión abre una

ventana hacia una ciencia más responsable. Tal como destacan Delgadillo Ruiz et al. (2024), el análisis de propiedades físicas en bioplásticos aporta información valiosa para avanzar hacia materiales más sostenibles, recordándonos que el conocimiento científico también puede cuidar el planeta.

5.3.- Experiencias con aprendizaje-servicio

El aprendizaje-servicio dentro de la educación química abre un puente vivo entre el aula y la comunidad. No se trata únicamente de estudiar fórmulas o reacciones; aparece una conexión humana que cambia el sentido del aprendizaje. Los estudiantes comienzan a percibir que aquello que investigan en el laboratorio puede tener eco fuera de las paredes de la escuela. De pronto, la química se vuelve cercana, útil y profundamente humana. Ese vínculo despierta una motivación distinta, una mezcla de curiosidad y responsabilidad compartida.

En experiencias de aprendizaje-servicio, la ciencia deja de sentirse distante. Los estudiantes participan en actividades que buscan mejorar su entorno inmediato: talleres ambientales, campañas sobre reducción de residuos o elaboración de materiales biodegradables para la comunidad. En medio de esas acciones, el conocimiento se vuelve una herramienta tangible. Tal como señalan Rannau-Garrido y Contreras-Olivares (2024), el aprendizaje-servicio permite articular formación académica con participación social, generando experiencias educativas que conectan conocimiento, acción y compromiso ciudadano.

Durante estas experiencias aparece una energía especial en el aula. Las conversaciones se vuelven más vivas, las ideas circulan con entusiasmo. Un grupo planifica un taller para explicar la contaminación por plásticos; otro prepara demostraciones sencillas sobre materiales biodegradables. Mientras tanto, el laboratorio se llena de actividad. Entre frascos, notas y risas breves, los estudiantes

descubren que el conocimiento científico puede convertirse en un acto de cuidado hacia el entorno.

El aprendizaje-servicio también fortalece la empatía. Cuando los estudiantes trabajan con comunidades cercanas, escuchan historias reales sobre problemas ambientales cotidianos. Esa cercanía transforma la percepción de la química. Ya no se trata de un contenido escolar aislado. Rannau-Garrido y Contreras-Olivares (2024) destacan que estas experiencias educativas fomentan una relación significativa entre estudiantes y comunidad, en la cual el aprendizaje académico se integra con la responsabilidad social.

En el marco de la química verde, estas actividades adquieren un significado especial. Elaborar productos ecológicos, enseñar prácticas de reducción de residuos o promover el uso responsable de recursos naturales se convierte en una experiencia educativa con impacto visible. Cada acción transmite un mensaje sencillo y poderoso: la ciencia puede ayudar a cuidar la vida cotidiana. Esa comprensión genera orgullo en los estudiantes, una satisfacción tranquila que se refleja en sus gestos y conversaciones.

El proceso también fortalece habilidades de comunicación. Explicar conceptos químicos a personas de distintas edades exige claridad y sensibilidad. Los estudiantes aprenden a traducir ideas complejas en palabras cercanas, acompañadas de ejemplos cotidianos. Rannau-Garrido y Contreras-Olivares (2024) señalan que el aprendizaje-servicio impulsa procesos formativos integrales, en los que el conocimiento disciplinar se vincula con habilidades sociales y comunicativas que enriquecen la experiencia educativa.

En muchas ocasiones, estas experiencias dejan momentos memorables. Un estudiante observa el interés de niños pequeños al ver un experimento sencillo con materiales biodegradables. Otro escucha preguntas inesperadas de vecinos preocupados por la contaminación del agua. Esos encuentros generan una sensación

cálida, una certeza silenciosa de que el aprendizaje tiene sentido cuando llega a otras personas y provoca reflexión colectiva.

Figura 14

Aprendizaje-servicio en proyectos comunitarios relacionados con la química sostenible



Además, el aprendizaje-servicio fortalece el trabajo en equipo. Cada integrante aporta algo distinto: organización, creatividad, capacidad de diálogo o rigurosidad científica. Las decisiones se toman en conjunto, entre ideas que se mezclan como reactivos en una solución. Rannau-Garrido y Contreras-Olivares (2024) describen este enfoque educativo como una oportunidad para integrar experiencias prácticas con reflexión crítica, creando procesos formativos más participativos y significativos.

Desde la perspectiva de la sostenibilidad, estas actividades despiertan una conciencia ambiental más profunda. Los estudiantes comienzan a notar los residuos que aparecen en las calles, el uso excesivo de plásticos o el desperdicio de recursos. Esa mirada nueva transforma hábitos cotidianos. Pequeñas acciones, como separar residuos o reducir envases desechables, adquieren un valor distinto cuando nacen del conocimiento científico y del compromiso con la comunidad.

El aprendizaje-servicio deja una huella que va más allá de las calificaciones. Permanece la experiencia compartida, la

sensación de haber aportado algo valioso. Rannau-Garrido y Contreras-Olivares (2024) destacan que este enfoque educativo promueve una formación integral basada en la interacción entre aprendizaje académico y servicio comunitario. En la enseñanza de la química, esa integración abre un camino donde el conocimiento se convierte en una herramienta para cuidar la vida y el planeta.

Capítulo 6

Inteligencia artificial y ciencia de datos en la Química



Cuando la inteligencia artificial comenzó a asomarse a los laboratorios escolares, muchos pensaron que se trataba de una herramienta más, útil pero distante. Sin embargo, con el paso del tiempo, algo cambió en la atmósfera del aula. Frente a las pantallas, los estudiantes empezaron a observar reacciones químicas con una claridad inédita, como si de pronto pudieran ver el movimiento de los electrones, la danza de los átomos, la energía invisible que sostiene cada transformación. La química dejó de ser un conjunto de símbolos estáticos para convertirse en una historia dinámica, casi viva.

El análisis de reacciones con inteligencia artificial permite algo que antes parecía reservado a laboratorios avanzados: procesar grandes volúmenes de datos, identificar patrones, anticipar comportamientos. En el aula, esta capacidad se traduce en experiencias pedagógicas más ricas. Como señala C. J. León Espinoza (2025), la integración de estas tecnologías "favorece la interpretación dinámica de procesos químicos complejos", permitiendo una comprensión más profunda de las transformaciones moleculares que antes solo se estudiaban en teoría.

Hay momentos en clase donde la sorpresa aparece con naturalidad. Un estudiante modifica una variable en la simulación y observa cómo la reacción cambia de rumbo. Otro compara los resultados de un algoritmo con los datos experimentales obtenidos en el laboratorio. En ese diálogo entre lo digital y lo tangible, la ciencia se vuelve más cercana. León Espinoza (2025) explica que los sistemas de análisis automatizado "permiten evaluar múltiples variables simultáneamente", fortaleciendo así la comprensión de los factores que influyen en cada proceso químico.

Las plataformas de simulación, por su parte, han transformado el paisaje educativo. PhET Interactive Simulations y otras herramientas similares permiten visualizar fenómenos que antes resultaban abstractos. Los estudiantes observan moléculas

que se acercan, enlaces que se forman, energías que se liberan. Vera Orozco, Noriega y Mérida Córdova (2026) destacan que el uso de entornos virtuales facilita la comprensión de conceptos químicos mediante experiencias visuales y manipulables, convirtiendo la pantalla en una ventana hacia el mundo microscópico.

La posibilidad de experimentar sin riesgos físicos ni desperdicio de materiales genera un ambiente de libertad intelectual. Los estudiantes prueban, se equivocan, vuelven a intentar. Cada error se convierte en una oportunidad para ajustar hipótesis y comprender mejor el fenómeno estudiado. Vera Orozco y colaboradores (2026) señalan que estas plataformas favorecen la participación activa del estudiante, estimulando la experimentación y el análisis desde una perspectiva más dinámica y personal.

Sin embargo, esta abundancia tecnológica trae consigo una responsabilidad silenciosa pero profunda. El acceso a grandes volúmenes de datos, a simulaciones precisas y a algoritmos predictivos exige criterio ético. No se trata únicamente de obtener respuestas rápidas, sino de saber interpretarlas con honestidad y rigor. Arriola Rosales (2024) advierte que la era digital demanda "una reflexión ética constante sobre el manejo de la información y las herramientas tecnológicas", recordando que el conocimiento debe sostenerse sobre prácticas transparentes.

En el aula, esa reflexión ética se construye día a día, en pequeños gestos. Citar correctamente una fuente, reconocer los límites de una simulación, compartir datos con transparencia. Cada una de estas acciones forma parte de una cultura científica basada en la integridad. Arriola Rosales (2024) plantea que la formación científica actual requiere integrar valores éticos en cada etapa del proceso educativo, desde la recolección de datos hasta la comunicación de resultados.

La tecnología, por sí misma, no garantiza una ciencia más humana. Es la mirada crítica del estudiante, la orientación del docente, el diálogo colectivo lo que otorga sentido a cada herramienta. Frente a un algoritmo que predice el comportamiento de una reacción, la pregunta no debería ser únicamente "¿qué resultado arroja?", sino también "¿qué significado tiene?", "¿bajo qué supuestos fue construido?", "¿qué implicaciones éticas conlleva su uso?".

Esa conversación, cuando ocurre en el aula, transforma la experiencia educativa. Los estudiantes aprenden que la ciencia no es neutral, que cada decisión metodológica, cada elección tecnológica, cada interpretación de datos está atravesada por valores. Y en ese reconocimiento, la química deja de ser una disciplina fría para convertirse en un espacio de reflexión profunda sobre el papel del conocimiento en la sociedad.

Lo que permanece no es únicamente el dominio de una herramienta o la comprensión de un concepto. Queda también una sensación de responsabilidad compartida, de pertenencia a una comunidad científica que busca el saber con honestidad. León Espinoza (2025), Vera Orozco, Noriega y Mérida Córdova (2026) y Arriola Rosales (2024) coinciden en que la integración de inteligencia artificial, simulaciones y reflexión ética en la enseñanza química abre horizontes donde la tecnología y la humanidad pueden caminar juntas, construyendo un conocimiento más profundo y más consciente.

6.1.- Análisis de reacciones químicas con IA

El análisis de reacciones químicas con inteligencia artificial abre una puerta fascinante dentro de la enseñanza moderna de la química. En el aula contemporánea, las herramientas digitales ya no funcionan como simples apoyos técnicos; se convierten en compañeras de pensamiento. Frente a una pantalla, estudiantes y docentes observan patrones, comparan resultados y perciben

conexiones que antes pasaban inadvertidas. Hay una sensación de descubrimiento compartido. Como señala C. J. León Espinoza (2025), la integración de estas tecnologías “favorece la interpretación dinámica de procesos químicos complejos”, permitiendo una comprensión más profunda de las transformaciones moleculares.

Figura 15

Aplicación de inteligencia artificial en el análisis de reacciones químicas



En ese escenario, la inteligencia artificial actúa como un lente que amplifica la mirada científica. Al procesar grandes cantidades de datos experimentales, identifica regularidades que orientan el análisis de reacciones. El estudiante observa curvas, predicciones y simulaciones que se ajustan como piezas de un rompecabezas. La experiencia se vuelve más viva, casi táctil. Según León Espinoza (2025), los sistemas de análisis automatizado “permiten evaluar múltiples variables simultáneamente”, lo cual fortalece la comprensión de factores que influyen en la velocidad y dirección de una reacción química.

Hay momentos en clase en los que la química deja de sentirse abstracta. Cuando un algoritmo proyecta posibles productos de una reacción o anticipa condiciones óptimas, aparece una mezcla de sorpresa y curiosidad. Las ecuaciones escritas en el

tablero adquieren movimiento dentro de simulaciones digitales. En palabras de León Espinoza (2025), la inteligencia artificial “apoya la interpretación de rutas de reacción mediante modelos predictivos basados en datos experimentales”. Esa capacidad transforma el aprendizaje en una experiencia más exploratoria, donde la teoría conversa constantemente con la evidencia.

Además, el análisis asistido por inteligencia artificial permite visualizar fenómenos que antes se estudiaban únicamente desde la teoría. Cambios energéticos, reorganización de enlaces o intermediarios de reacción pueden representarse mediante gráficos interactivos y simulaciones tridimensionales. La información deja de estar confinada a símbolos. Se vuelve una historia en desarrollo. León Espinoza (2025) afirma que estas herramientas “facilitan la representación digital de mecanismos químicos complejos”, generando oportunidades pedagógicas que enriquecen la comprensión conceptual del alumnado.

La emoción del descubrimiento también cambia de ritmo. Antes, el análisis detallado de reacciones requería largos cálculos y revisiones manuales. Ahora, ciertos procesos analíticos se realizan en cuestión de segundos. Esa rapidez no resta valor al aprendizaje; por el contrario, abre tiempo para discutir resultados, formular hipótesis y reflexionar con mayor profundidad. León Espinoza (2025) explica que la inteligencia artificial contribuye a “optimizar el análisis de datos experimentales, favoreciendo procesos de interpretación científica más ágiles”.

Dentro de este panorama, el aula se transforma en un espacio de diálogo entre mente humana y capacidad computacional. El estudiante plantea preguntas, introduce datos experimentales y observa respuestas generadas por modelos inteligentes. Esa interacción produce una atmósfera particular: curiosidad, sorpresa, incluso cierta emoción cuando una predicción coincide con los resultados del laboratorio. De acuerdo con León Espinoza (2025), la aplicación de algoritmos en el estudio de

reacciones químicas “fortalece el razonamiento analítico del estudiante al relacionar datos con modelos teóricos”.

También se abre un terreno fértil para el pensamiento crítico. La inteligencia artificial ofrece resultados, aunque no reemplaza la reflexión humana. Los estudiantes deben interpretar predicciones, cuestionar modelos y evaluar la coherencia entre simulaciones y evidencia experimental. Ese ejercicio fortalece la formación científica. León Espinoza (2025) destaca que la incorporación de sistemas inteligentes “requiere un acompañamiento pedagógico que fomente la interpretación crítica de los datos generados”.

En muchos laboratorios educativos comienza a percibirse un ambiente distinto. Pantallas con gráficos dinámicos acompañan tubos de ensayo y reactivos. Los estudiantes comparan predicciones digitales con resultados reales. Cuando ambos coinciden, aparece una satisfacción silenciosa, casi cómplice. Cuando difieren, surge la curiosidad que impulsa nuevas preguntas. León Espinoza (2025) señala que el uso de inteligencia artificial en la enseñanza química “favorece procesos investigativos tempranos en la formación científica”.

A medida que estas tecnologías se integran en la enseñanza, también se amplían las posibilidades de investigación estudiantil. Con acceso a bases de datos químicas y modelos predictivos, los estudiantes pueden analizar reacciones orgánicas, cinéticas o catalíticas con una profundidad antes reservada para laboratorios especializados. León Espinoza (2025) explica que estas herramientas permiten “analizar grandes volúmenes de información química, apoyando la generación de hipótesis y la comprensión de tendencias experimentales”.

El análisis de reacciones químicas con inteligencia artificial no representa una sustitución de la enseñanza tradicional, sino una ampliación de sus horizontes. La química continúa siendo una

ciencia de observación, razonamiento y curiosidad. La diferencia radica en que ahora cuenta con nuevas aliadas tecnológicas. Frente a una reacción en estudio, estudiantes y docentes perciben algo más que ecuaciones: perciben posibilidades, conexiones invisibles y la emoción tranquila de comprender un poco mejor la arquitectura secreta de la materia.

6.2.- Plataformas de simulación química

Las plataformas de simulación química han transformado el paisaje del aprendizaje científico. Frente a la pantalla, el estudiante observa moléculas desplazarse, enlaces formarse y reacciones avanzar con una claridad que antes parecía distante. Hay algo casi mágico en ese instante en que una ecuación deja de ser un conjunto de símbolos y se convierte en una escena dinámica. En ese momento la química se vuelve cercana, casi palpable. Tal como señalan J. Vera Orozco, J. Edith Noriega y E. Merida Cordova (2026), estas herramientas fortalecen la comprensión de fenómenos químicos al ofrecer representaciones visuales interactivas que acompañan el razonamiento conceptual.

Cuando se utiliza una plataforma de simulación en clase, el ambiente cambia. La atención crece, las preguntas aparecen con naturalidad y la curiosidad encuentra un espacio fértil. En lugar de mirar una fórmula escrita en el cuaderno, los estudiantes observan partículas en movimiento, temperaturas que se elevan o presiones que alteran el rumbo de una reacción. Vera Orozco, Noriega y Mérida Córdova (2026) explican que el uso de entornos virtuales como PhET Interactive Simulations facilita la comprensión de conceptos químicos mediante experiencias visuales y manipulables.

La experiencia resulta sorprendentemente cercana a un laboratorio real. Los estudiantes modifican variables, ajustan concentraciones y observan efectos inmediatos. Cada cambio genera una reacción visible en la simulación, como si las moléculas respondieran al gesto de la mano que mueve un control digital. Esa

interacción crea un vínculo emocional con el aprendizaje. Según Vera Orozco y colaboradores (2026), el uso de plataformas interactivas favorece la participación activa del estudiante, estimulando la experimentación y el análisis de fenómenos químicos desde una perspectiva más dinámica.

Figura 16

Uso de plataformas de simulación química en la investigación y la educación



En muchos casos, estas simulaciones permiten representar procesos que serían difíciles de observar directamente en el aula. Reacciones a escala molecular, interacciones entre partículas o transformaciones energéticas pueden visualizarse con claridad. La información adquiere forma y movimiento. De acuerdo con Vera Orozco, Noriega y Mérida Córdova (2026), las simulaciones digitales permiten ilustrar fenómenos microscópicos que resultan complejos de explicar mediante métodos tradicionales, fortaleciendo así la construcción de conocimiento científico en estudiantes de bachillerato.

También aparece un sentimiento de descubrimiento cuando los estudiantes comienzan a manipular variables por cuenta propia. Cambian una temperatura, alteran la concentración de un reactivo, observan el efecto. En ese pequeño gesto digital se despierta una actitud investigativa. Vera Orozco et al. (2026)

destacan que el empleo de simuladores fomenta la experimentación guiada y el razonamiento científico, permitiendo que los estudiantes establezcan relaciones entre teoría y observación dentro del proceso de aprendizaje.

Las plataformas de simulación también ofrecen un espacio seguro para cometer errores. En un laboratorio virtual, un cálculo incorrecto o una variable mal ajustada no genera riesgos físicos ni desperdicio de materiales. Sin embargo, sí genera aprendizaje. El estudiante observa lo ocurrido, reflexiona y prueba otra alternativa. Vera Orozco y colegas (2026) mencionan que estas herramientas brindan oportunidades para repetir experimentos múltiples veces, fortaleciendo la comprensión conceptual mediante la práctica constante.

Otra característica interesante aparece en la posibilidad de integrar estas plataformas con explicaciones docentes y actividades colaborativas. El profesor orienta la exploración, plantea preguntas y anima la discusión colectiva. Mientras tanto, las simulaciones actúan como una especie de escenario donde la teoría cobra vida. Vera Orozco, Noriega y Mérida Córdova (2026) señalan que el uso pedagógico de simuladores digitales contribuye a enriquecer las estrategias didácticas en la enseñanza de la química.

En ese ambiente, el aprendizaje adquiere una textura diferente. No se trata únicamente de memorizar fórmulas o equilibrar ecuaciones. Hay observación, diálogo, curiosidad compartida. Un estudiante señala un cambio en la simulación, otro comenta una posible explicación, y poco a poco el conocimiento se construye entre todos. Vera Orozco et al. (2026) indican que las plataformas interactivas favorecen procesos de aprendizaje participativo, en los que el estudiante se involucra activamente con los contenidos científicos.

Con el paso del tiempo, estas herramientas digitales también contribuyen a reducir ciertas barreras en la enseñanza

experimental. No todos los centros educativos cuentan con laboratorios completos o con recursos suficientes para realizar experimentos complejos. Las simulaciones brindan una alternativa accesible para representar procesos químicos con claridad. Vera Orozco y colaboradores (2026) destacan que el uso de plataformas virtuales amplía las oportunidades educativas al permitir experiencias experimentales incluso en entornos con limitaciones materiales.

Las plataformas de simulación química aportan algo más que tecnología educativa. Ofrecen una experiencia de aprendizaje más cercana, más viva, casi narrativa. Las moléculas se mueven, las reacciones avanzan y la química deja de ser un lenguaje distante. En ese espacio digital lleno de partículas y colores, el estudiante percibe que la ciencia también puede sentirse como una aventura intelectual. Y esa sensación, tranquila pero poderosa, muchas veces se convierte en el primer paso hacia una auténtica vocación científica.

6.3.- Ética científica y uso responsable de la tecnología

La ética científica adquiere un significado especial cuando la tecnología se integra en la enseñanza de la química. En laboratorios digitales, plataformas de análisis y sistemas de inteligencia artificial, cada herramienta abre puertas al conocimiento, aunque también plantea responsabilidades. El estudiante observa resultados generados por algoritmos, consulta bases de datos y manipula simulaciones avanzadas. En medio de ese escenario tecnológico, surge una pregunta que atraviesa toda práctica científica: actuar con honestidad, rigor y respeto por el conocimiento compartido.

En el ámbito educativo, hablar de ética científica significa construir una cultura de integridad. No se trata únicamente de evitar plagios o manipulación de datos. Existe una dimensión más profunda, vinculada con la forma en que se produce y se comunica

el conocimiento. Según C. R. Arriola Rosales (2024), la ética en entornos tecnológicos exige desarrollar una conciencia responsable frente al uso de la información digital y los recursos científicos disponibles.

Las tecnologías actuales permiten acceder a enormes volúmenes de datos químicos en cuestión de segundos. Bases de datos, simulaciones y plataformas de análisis ofrecen respuestas rápidas y detalladas. Sin embargo, esa abundancia de información requiere criterio. Arriola Rosales (2024) advierte que la era digital demanda “una reflexión ética constante sobre el manejo de la información y las herramientas tecnológicas”, recordando que el conocimiento científico debe sostenerse sobre prácticas transparentes y responsables.

En el aula, la ética también se aprende mediante experiencias concretas. Cuando los estudiantes utilizan programas de simulación o inteligencia artificial para analizar reacciones químicas, el docente orienta la reflexión sobre la procedencia de los datos, la validez de las fuentes y el respeto por la autoría intelectual. Esa conversación genera una atmósfera de responsabilidad compartida. Arriola Rosales (2024) plantea que la formación científica actual requiere integrar valores éticos en cada etapa del proceso educativo.

Existe también una dimensión humana dentro de esta discusión. La tecnología puede ampliar la capacidad de análisis, aunque el criterio moral continúa siendo una tarea profundamente humana. Frente a una base de datos química o un algoritmo predictivo, el estudiante debe decidir de qué manera utilizar esa información. Arriola Rosales (2024) sostiene que la ética digital implica desarrollar habilidades críticas que orienten el uso consciente de las herramientas tecnológicas.

En los laboratorios educativos donde conviven instrumentos tradicionales y recursos digitales, la ética científica

funciona como una brújula. Indica una dirección basada en el respeto por la verdad, la honestidad en el análisis y la responsabilidad frente al impacto del conocimiento. La química, al estudiar la transformación de la materia, también recuerda que cada descubrimiento tiene consecuencias. Arriola Rosales (2024) destaca que la tecnología debe integrarse al desarrollo científico con una visión ética orientada al bienestar social.

Figura 17

Ética científica y uso responsable de la inteligencia artificial en la investigación química



Otro aspecto relevante aparece en la forma en que los resultados científicos se comunican. Las plataformas digitales permiten compartir datos, gráficos y análisis con rapidez. Esa facilidad exige cuidado. Interpretaciones incorrectas, datos incompletos o conclusiones apresuradas pueden difundirse con la misma velocidad. Arriola Rosales (2024) afirma que la ética en la comunicación científica requiere responsabilidad en la difusión de información digital.

En la formación de futuros científicos, esta reflexión ética adquiere un valor pedagógico profundo. Los estudiantes aprenden que la ciencia no consiste únicamente en obtener resultados, sino también en actuar con integridad durante todo el proceso investigativo. La honestidad intelectual se convierte en un hábito

cultivado día a día. Arriola Rosales (2024) explica que la educación científica debe promover principios éticos que acompañen el desarrollo tecnológico contemporáneo.

También se reconoce una dimensión social dentro de este tema. Las tecnologías científicas influyen en la salud, el ambiente y la vida cotidiana de las personas. Cada avance científico, incluso dentro de un laboratorio educativo, forma parte de una red más amplia de responsabilidades. Arriola Rosales (2024) señala que el uso responsable de la tecnología implica considerar sus implicaciones sociales y culturales.

La ética científica no aparece como una regla distante, escrita en manuales o códigos formales. Se construye en cada decisión cotidiana dentro del aprendizaje y la investigación. Cuando un estudiante cita correctamente una fuente, analiza datos con honestidad o comparte resultados con transparencia, está fortaleciendo esa cultura ética. En medio de pantallas, simulaciones y algoritmos, la ciencia continúa apoyándose en un principio profundamente humano: la búsqueda honesta del conocimiento.

Conclusiones

Al llegar al cierre de este recorrido, es posible reconocer que la integración de la ciencia y la tecnología en la enseñanza de la Química no constituye una tendencia pasajera, sino una transformación profunda que redefine la experiencia educativa. Como lector, se percibe una transición clara: del aula rígida hacia escenarios flexibles donde el conocimiento se construye con mayor dinamismo. Esta evolución deja una huella significativa, pues conecta la comprensión científica con formas contemporáneas de aprender.

En este trayecto, se confirma que la tecnología amplía las posibilidades de comprensión de los fenómenos químicos. Aquello que antes parecía abstracto adquiere forma, movimiento y cercanía mediante simulaciones, entornos virtuales y recursos interactivos. La Química, entonces, deja de percibirse como distante y se vuelve tangible. Esta transformación no reside en la herramienta en sí misma, sino en el sentido pedagógico que el docente le otorga en cada experiencia de aprendizaje.

A partir de las preguntas planteadas, se evidencia que las estrategias pedagógicas activas favorecen una participación más consciente y comprometida. El aprendizaje deja de ser un acto pasivo y se convierte en una construcción compartida, donde cada estudiante encuentra un lugar desde el cual pensar, experimentar y expresar. Esta participación transforma la dinámica del aula y genera una atmósfera donde el conocimiento circula con mayor libertad y significado.

Asimismo, los entornos virtuales han demostrado ser aliados valiosos para ampliar las oportunidades de experimentación. Ya no es necesario limitarse a los recursos físicos disponibles, pues el laboratorio se expande hacia escenarios digitales que permiten ensayar, equivocarse y volver a intentar. Esta

posibilidad de repetición sin temor fortalece la confianza del estudiante y favorece una comprensión más profunda de los procesos químicos.

En relación con los objetivos propuestos, se confirma que la integración de enfoques innovadores contribuye a una enseñanza más inclusiva y accesible. Cada recurso, cada estrategia y cada mediación tecnológica abre caminos distintos para que el aprendizaje ocurra. Así, la diversidad deja de percibirse como un obstáculo y se convierte en una fuente de riqueza que nutre la experiencia educativa desde múltiples perspectivas.

Por otro lado, la gamificación y las metodologías interactivas revelan su capacidad para despertar el interés y sostener la motivación. El aprendizaje se reviste de juego, de reto y de descubrimiento, sin perder su profundidad conceptual. En ese equilibrio, el estudiante no siente que memoriza contenidos, sino que participa en una experiencia que le interpela, le desafía y le permite construir sentido de manera progresiva.

La evaluación, en este nuevo escenario, también se transforma de manera significativa. Deja de centrarse en resultados finales y se orienta hacia procesos continuos que acompañan el aprendizaje. Esta mirada permite valorar el progreso, reconocer los esfuerzos y ofrecer retroalimentación oportuna. Como lector, se percibe una evaluación más humana, más cercana, capaz de dialogar con las trayectorias individuales de cada estudiante.

En cuanto a la incorporación de tecnologías emergentes, se vislumbra un horizonte amplio y en constante movimiento. La inteligencia artificial, los simuladores avanzados y las plataformas digitales abren nuevas posibilidades que aún se encuentran en construcción. Este panorama genera expectativas, pero también invita a una reflexión ética sobre el uso responsable de estas herramientas en los procesos educativos.

La estructura del libro, organizada en torno a enfoques complementarios, permite comprender esta transformación de manera integral. Cada capítulo aporta una pieza que, al unirse con las demás, configura una visión coherente y articulada. Como lector, se experimenta un recorrido progresivo que va desde los fundamentos hasta las aplicaciones, generando una comprensión más amplia y conectada con la realidad educativa.

Queda la sensación de que enseñar Química en la actualidad implica mucho más que transmitir contenidos. Se trata de construir experiencias que despierten la curiosidad, que conecten con la vida y que permitan comprender el mundo desde una mirada científica y sensible. En este cierre, se reconoce que la integración de la ciencia y la tecnología abre caminos fértiles, donde el aprendizaje se transforma en una experiencia viva, cercana y profundamente significativa.

Referencias Bibliográficas

- Arriola Rosales, C. R. (2024). La ética en la era digital. *Revista Científica Internacional*, 7(1), 135–153.
<https://doi.org/10.46734/revcientifica.v7i1.81>
- Bacarreza Molina, A. R. M., & Villela Cervantes, C. E. (2023). Educación ambiental inmersa en la complejidad desde un enfoque sostenible. *Revista Guatemalteca de Educación Superior*, 6(2), 72–79.
<https://doi.org/10.46954/revistages.v6i2.120>
- Barre Briones, J. A., & Malla Valdiviezo, R. O. (2025). Avances tecnológicos en realidad virtual: Aplicaciones y retos. *Ciencia y Educación*, 6(12.1), 254–269.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17933820>
- Bermejo Polo, L., & González Rolong, K. (2022). *La microlección como herramienta pedagógica digital para el fortalecimiento de la resolución de problemas de probabilidad en los estudiantes de quinto grado de la Institución Educativa Distrital Esther Forero de Barranquilla* [Trabajo de grado, Universidad de Cartagena]. <https://hdl.handle.net/11227/15859>
- Carrillo Patiño, I. D. (2025). *La gamificación mediada por simuladores y plataformas digitales como estrategia metodológica en el fortalecimiento de la materia y sus beneficios en la preparación de las Pruebas Saber 11* [Trabajo de grado, Universidad de Cartagena de Indias]. <https://hdl.handle.net/11227/20552>
- Delgadillo Ruiz, E., Arias Hernández, L. A., Guzmán Vega, P. P., Chavero Hernández, M., Luna Gutiérrez, J. F., Bárcenas González, F. I., & Delgadillo Ruiz, L. (2024). Análisis de propiedades físicas de plásticos desarrollados a partir de materiales biodegradables. *Jóvenes en la Ciencia*, 28.
<https://doi.org/10.15174/jc.2024.4422>
- González Oviedo, N., & Naranjo Lugo, A. (2023). *Aportes de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia en la comprensión del concepto de concentraciones químicas en educación secundaria* [Trabajo de grado, Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/8079>
- León Espinoza, C. J. (2025). Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de procesos químicos. *Tesla Revista Científica*, 5(2). <https://doi.org/10.55204/trc.v5i2.e530>

- Núñez de Luca, J. M., Gallegos Robles, J. M., Suárez Ibufés, M. O., & Santillán Tasigchana, M. A. (2025). Optimización del aprendizaje conceptual y práctico en matemáticas, física y química mediante la implementación de tecnologías digitales y estrategias de gamificación en la educación superior. *Revista Social Fronteriza*, 5(3).
[https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(3\)707](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(3)707)
- Ramírez Vergara, N. M. (2022). Estrategias pedagógicas para la implementación de una educación inclusiva en Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 740–758. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2256
- Rannau-Garrido, J. P., & Contreras-Olivares, M. (2024). Sobre la didáctica de las danzas folklóricas en el contexto escolar chileno: aproximaciones desde una experiencia de aprendizaje-servicio. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 23(51), 32–50. <https://doi.org/10.21703/rexe.v23i51.2101>
- Regalado-Segovia, K. M., Ávila Muela, M. X., Balcazar Córdova, E. F., Chugñay Cabezas, D. M., & Paspuel Noguera, D. A. (2025). Análisis pedagógico del impacto del aula invertida en la motivación y participación de los estudiantes en las clases de lengua y literatura. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(2), 256–275.
<https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/n2/1190>
- Rivero, K. M., Orozco, S., Espino, J., & Rivero, M. (2026). Aplicaciones de metales líquidos para remediación ambiental y recolección de energía. *Metodologías en Ingeniería Desarrollo en la Educación, Administración, Humanidades y Social*, 3(2), 39–45. <https://doi.org/10.71103/ye3hph24>
- Rivero Mavila, L. (2025). *Implementación de laboratorios virtuales para mejorar la comprensión teórico-práctica de la física en una universidad pública de Lima* [Tesis, Universidad San Ignacio de Loyola].
- Toscano Quispe, S. Y., Abad Basantes, C. A., Alvear Loor, J. G., & Sarango Romero, V. J. (2024). Diseño de proyectos educativos en línea basados en la metodología PACIE: Un enfoque constructivista para el aprendizaje activo y colaborativo. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(E4), 529–545. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE4/508>
- Urrutia Ortiz, G. G., Yépez Morales, B. Z., Avello Martínez, R., & Tapia Bastidas, T. (2024). Estrategia de evaluación en entornos virtuales de aprendizaje en bachillerato técnico en aplicaciones informáticas. *Conrado*, 20(101), 322–336.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442024000600322

- Vera Orozco, J., Noriega, J. E., & Mérida Córdova, E. (2026). Influencia de la plataforma PhET como herramienta didáctica para la enseñanza de la química en bachillerato. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual "ALCON"*, 6(1), 53–65.
<https://doi.org/10.62305/alcon.v6i1.930>
- Yllana Prieto, F., González Gómez, D., & Jeong, J. S. (2023). La enseñanza de contenidos científicos mediante una metodología basada en escape room. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(3), 69–88. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5873>




EDITORIAL
SAGA

ISBN: 978-9907-803-16-7



9 789907 803167