

Estrategias de aprendizaje activo en la enseñanza de la química: aula invertida-técnicas de aprendizaje virtual

Diana Carolina Gómez-Delgado¹

Danny Arteaga²

Cómo citar este artículo / To reference this article / Para citar este artículo: Gómez-Delgado, D. C. y Arteaga Fuertes, D. A. (2024). Estrategias de aprendizaje activo en la enseñanza de la química: aula invertida-técnicas de aprendizaje virtual. *Revista Unimar*, 42(2), 138-153. <https://doi.org/10.31948/ru.v42i2.3684>



Fecha de recepción: 21 de octubre de 2023

Fecha de revisión: 28 de marzo de 2024

Fecha de aprobación: 17 de mayo de 2024

Resumen

En la actualidad, la academia puede centrarse en la búsqueda de nuevas metodologías de enseñanza para recrear ambientes únicos, con ventajas como la versatilidad y adaptabilidad de los recursos y del tiempo, generando nuevas posibilidades de interacción, desarrollo y aprendizaje. Además, se busca trasladar el eje central del acto pedagógico desde el profesor hacia el estudiante, transformándolo en el responsable y protagonista de su propia formación académica. Lo anterior es posible a través de la dinamización de nuevas pedagogías y modelos que invitan a centrarse en el estudiante, mediante relaciones interestructurantes de experimentación y construcción colectiva de conocimiento, con el objetivo de lograr que los actores del proceso educativo trabajen con un enfoque de aprendizaje significativo que les permita promover avances notables en la construcción del conocimiento. Un ejemplo de ello es la estrategia de Aula Invertida, estrategia que se resalta en esta revisión documental como un método de gran utilidad para que, en mediación con el saber disciplinar, en este caso, la química, se convierta en una nueva posibilidad de interacción y aprendizaje en el acto educativo. Se esperan resultados que reflejen un trabajo más independiente, seguro y con mayor apropiación de los contenidos, gracias a la disponibilidad de nuevos e innovadores recursos tecnológicos. Además, se resalta la importancia de promover estos ambientes virtuales en la educación, mediante la implementación de herramientas TIC, para dar respuesta al desafío que representan constantemente los entornos del aula educativa para las nuevas generaciones de estudiantes.

Palabras clave: aprendizaje activo; educación, estrategias didácticas; método de enseñanza; tecnología de la información (TIC)



Artículo de Revisión.

¹ Estudiante de Maestría en Pedagogía; química, Universidad del Cauca.

² Integrante del Grupo de Investigación Química de Productos Naturales QPN, Departamento de Química, Universidad del Cauca. Correo electrónico: dannyarteaga@unicauca.edu.co

Active learning strategies in chemistry teaching: flipped classroom-virtual learning techniques

Abstract

At present, the Academy can focus on the search for new teaching methodologies to create unique environments with advantages such as versatility and adaptability of resources and time, generating new possibilities for interaction, development and learning. It seeks to move the central axis of the pedagogical act from the teacher to the student, transforming the latter into the responsible and protagonist of his own academic formation; this is possible through the dynamization of new pedagogies and models that invite to focus on him, through inter-structuring relationships of experimentation and collective construction of knowledge, in order to achieve that the actors of the educational process work with a significant learning approach that allows them to promote remarkable advances in the construction of knowledge. An example of this is the Inverted Classroom strategy, which is highlighted in this documentary review as a very useful method that, in the mediation of disciplinary knowledge, in this case chemistry, becomes a new possibility of interaction and learning in the educational act. The results are expected to reflect a more independent and secure work, with greater appropriation of the contents, thanks to the availability of new and innovative technological resources. The importance of promoting these virtual environments in education is highlighted, through the implementation of ICT tools, in order to respond to the challenge that educational classroom environments constantly represent for new generations of students.

Keywords: active learning; education, didactic strategies; teaching method; information and communication technology (ICT)

Estratégias de aprendizagem ativa no ensino de química: sala de aula invertida - técnicas de aprendizagem virtual

Resumo

Atualmente, a Academia pode se concentrar na busca de novas metodologias de ensino para criar ambientes únicos, com vantagens como versatilidade e adaptabilidade de recursos e tempo, gerando novas possibilidades de interação, desenvolvimento e aprendizado. Busca-se deslocar o eixo central do ato pedagógico do professor para o aluno, transformando este último no responsável e protagonista de sua própria formação acadêmica; isso é possível por meio da dinamização de novas pedagogias e modelos que convidem a centrar-se nele, por meio de relações interestruturantes de experimentação e construção coletiva do conhecimento, a fim de conseguir que os atores do processo educacional trabalhem com um enfoque de aprendizagem

significativa que lhes permita promover avanços notáveis na construção do conhecimento. Um exemplo disso é a estratégia da Sala de Aula Invertida, destacada nesta análise documental como um método muito útil que, na mediação do conhecimento disciplinar, neste caso a química, torna-se uma nova possibilidade de interação e aprendizagem no ato educativo. Espera-se que os resultados reflitam um trabalho mais autônomo e seguro, com maior apropriação dos conteúdos, graças à disponibilidade de novos e inovadores recursos tecnológicos. Destaca-se a importância de promover esses ambientes virtuais na educação, por meio da implementação de ferramentas de TIC, a fim de responder ao desafio que os ambientes educacionais de sala de aula representam constantemente para as novas gerações de alunos.

Palavras-chave: aprendizagem ativa; educação; estratégias de ensino; métodos de ensino; tecnologia da informação (TIC)

Introducción

En el modelo pedagógico tradicional, el docente ocupa el papel central en el aula, utilizando el tablero como herramienta principal, mientras que los estudiantes desempeñan un papel pasivo, escuchan la información proporcionada, toman apuntes y luego realizan tareas para reforzar los contenidos; finalmente, el docente evalúa la adquisición del conocimiento. En la actualidad, gracias al avance tecnológico, la evolución de medios de comunicación, la globalización y el contexto de las nuevas generaciones (nativos digitales), esta convencional metodología educativa requiere de cambios significativos. La emergencia sanitaria de COVID-19, inesperada e impactante, se convirtió en un catalizador oportuno para lograr la tan buscada innovación en las aulas, donde la palabra 'reinventarse' fue la protagonista.

La imperativa necesidad de implementar en el ámbito educativo metodologías que fomenten la motivación, dinamismo y apreciación de aprendizajes significativos ha permitido la instauración de estrategias que integran actividades para acercar al estudiante al conocimiento desde una perspectiva didáctica e innovadora. Así, se fortalecen prácticas que facilitan la interacción no solo con el conocimiento teórico, sino también con el desarrollo integral del individuo, incluyendo el uso de herramientas tecnológicas. Estas estrategias buscan generar reflexión y pensamiento crítico, promoviendo un aprendizaje duradero en el tiempo (González y Salas, 2015).

A partir de este proceso de dinamización surgen alternativas como la que sugiere Marqués (como se citó en Alarcón y Alarcón 2021): el aula invertida, la cual la define como una estrategia de aprendizaje activo donde el estudiante desempeña un papel central, generando el aprendizaje a través de sus acciones en lugar de depender principalmente de la dirección del docente. Esta metodología busca invertir los roles del modelo tradicional, centrándose en el estudiante como el protagonista principal de su proceso de aprendizaje, como respuesta a las demandas actuales de la educación.

En este artículo de revisión, se tiene como objetivo analizar el impacto de la implementación del modelo de aula invertida en la enseñanza de la química, desde su surgimiento en 2007 en las aulas de clase y los principales resultados, explorando antecedentes, roles, uso de herramientas tecnológicas, ventajas e inconvenientes. Además, se busca recopilar experiencias y datos relevantes para ofrecer una perspectiva fundamentada sobre el funcionamiento de esta metodología, contribuyendo así a una mejor comprensión de su eficacia y respaldando la toma de decisiones en el ámbito educativo.

Metodología

Con el propósito de recopilar, estudiar y analizar a fondo la información disponible sobre el tema central: la pertinencia del método de aula invertida en el aprendizaje de la química, la

metodología empleada se fundamentó en una minuciosa búsqueda sistemática, que se llevó a cabo siguiendo estrategias y criterios definidos de manera metódica y rigurosa. Esto implicó revisar y consultar una amplia gama de fuentes de información de manera ordenada y sistemática, desde una perspectiva crítica de la información recopilada, a fin de evaluar la calidad, la relevancia y la validez de los estudios seleccionados. Para ello, se establecieron criterios de consulta específicos, considerando aspectos como la fecha de publicación, relevancia temática, características de la población estudiada, relaciones entre variables, metodología y precisión de resultados.

Para la recopilación de la información, se tuvo en cuenta Google Académico, Redalyc, Scielo, Elsevier y ScienceDirect. Esto garantizó el acceso a una gran variedad de investigaciones relacionadas con el uso del aula invertida en la educación química, proporcionando información actualizada y confiable para una revisión exhaustiva.

La investigación se enfocó en la identificación de antecedentes que evidencien la influencia y posibles factores que incidan en el método de aula invertida en la enseñanza de la química, prestando especial atención en los casos más recientes, donde este enfoque ha demostrado facilitar significativamente la enseñanza de la disciplina.

La metodología abordó fases de revisión bibliográfica y de discusión. Los artículos se seleccionaron mediante muestreo no probabilístico intencional. También, se tuvieron en cuenta artículos publicados en inglés y español, considerando una amplia ventana de tiempo, y la pertinencia de la información sobre la aplicabilidad del aula invertida en la química.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1, se relacionará las fuentes bibliográficas consultadas sobre el aula invertida y el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de la química. Los datos recopilados y la discusión en torno a ellos destacan los beneficios del aula invertida en los procesos de enseñanza y aprendizaje químico, haciendo hincapié en la interacción con los medios virtuales. Además, se resalta la importancia de las herramientas digitales para facilitar el aprendizaje de las nuevas generaciones, que, por su naturaleza, muestran destreza y mayor interés en estas metodologías al compararlas con métodos tradicionales de enseñanza.

Tabla 1

Aportes de autores sobre el aula invertida y la química

Autor	Año	Tema de interés	Conceptos clave
González	2016	Aula invertida, metodología activa y participativa	Pensamiento crítico, valores, vida cotidiana, capacidad cognitiva y socioafectiva. Aprende en casa y práctica en clase
Silva	2017	Impacto del aula invertida en la enseñanza de la química	Didáctica de las ciencias, metodología innovadora, aprendizaje del estudiante, rendimiento académico, actitud hacia el aprendizaje, participación
Sierra	2018	<i>Flipped Classroom</i> en el aprendizaje de la química en estudiantes de grado 10	Aprendizaje de la química, TIC en educación y estrategias personalizadas

Arteaga	2018	Aula invertida para la introducción a prácticas de laboratorio	Screen-Cast en aula invertida para laboratorio en química orgánica
Broman y Johnels	2019	Aula invertida	Aula invertida en química orgánica
DeMatteo	2019	Investigación dirigida hacia procesos y aula invertida	Investigación de procesos (POGIL) y aula invertida en química orgánica
Paristiowati et al.	2019	Aula invertida y aprendizaje basado en proyecto (ABP)	Aula invertida y aprendizaje basado en proyecto en enseñanza de química
Valero et al.	2019	Aula invertida aplicada en ciencias	Aula invertida en la enseñanza de fenómenos del transporte en ingeniería química
Salazar	2019	Aula invertida en el aprendizaje de la química en educación media	Impacto del aula invertida en el aprendizaje de la química en educación media
Ortiz-Salmerón et al.	2019	Implementación del aula invertida en la enseñanza de la química	Cambio de rol, aprendizaje activo y autónomo
Balverdi et al.	2020	Aula invertida en la enseñanza de la química analítica	Trabajo independiente, apropiación del conocimiento
Jang y Kim	2020	Aula invertida	Impactos cognitivos, emocionales y sociales en los estudiantes
Munzil et al.	2020	Aula invertida	Aula invertida y pensamiento crítico
Lamana	2020	Impacto del aula invertida en el aprendizaje de física y química	Gestión del tiempo, participación activa e interés por la materia
Popova et al.	2020	Aula invertida	Necesidades educativas e implementación de aula invertida
Cid y González	2020	Enseñanza de la química con aula invertida para el tema ácido-base	Ritmo de trabajo, aprendizaje significativo, pensamiento crítico, TIC y fluidez de procedimientos
Peralta et al.	2020	Implementación de aula invertido en la enseñanza de la química en especialidades biomédicas y diagnósticas	Efectividad del método, apropiación de contenidos, TIC y mejora en la dinámica del proceso
Pintado et al.	2020	Eficacia del aula invertida en la enseñanza de la química de bachillerato	Rendimiento académico, estrategia didáctica e investigación educativa
Anuar et al.	2021	Aula invertida en laboratorio de química	Aula invertida en la enseñanza de SciFinder
Jato et al.	2021	Implementación del aula invertida	Impacto del aula invertida en el desarrollo cognitivo de la química en estudiantes de secundaria
Almendros et al.	2021	Aula invertida en la enseñanza activa de la química en Ingeniería Agroambiental	Trabajo colaborativo, motivación del alumno y resultados de aprendizaje

Lu et al.	2021	Aula invertida	Aplicación de realidad aumentada (AR) y aula invertida
Mora	2021	Aula invertida el aprendizaje activo de las reacciones químicas y estequiometría	Rol del estudiante y docente, aprendizaje activo y herramientas didácticas
Wu et al.	2021	Aula invertida en cursos STEM	Exploración, trabajo colaborativo, pensamiento crítico. Tecnología educativa
Quishpe	2022	El aula invertida en la química orgánica	Habilidades cognitivas, pensamiento de orden menor y superior y enseñanza de las ciencias experimentales
Remache	2022	El aula invertida en el rendimiento académico de estudiantes de química en bachillerato	Estrategias innovadoras en la química, métodos activos, TIC y rendimiento académico
Cinta et al.	2022	Enseñanza de la química orgánica con aula invertida	Tecnología en la educación, motivación estudiantil, colaboración entre estudiantes y acceso limitado a internet en el hogar
Obi et al.	2022	Aula invertida en química	Aula invertida, aprendizaje y actitudes
Tovar y Castro	2022	Aula invertida en el aprendizaje de la química general	Competencias conceptuales, experimentales, actitudinales y procedimentales
Rico et al.	2022	Implantación del aula invertida en prácticas de laboratorio de Química Orgánica	Preparación autónoma, materiales académicos personalizados, confianza y actitud positiva
Ruiz	2022	El <i>flipped learning</i> en la educación	Adaptaciones del sistema educativo, diversidad de aprendizaje
Martínez et al.	2023	Aula invertida en la enseñanza de la química en estudiantes de ingeniería agronómica	Satisfacción, trabajos prácticos, TIC, aprendizaje autónomo, pensamiento crítico y construcción del conocimiento
Zamora	2023	El aula invertida como estrategia educativa en la enseñanza de la química	Modalidad híbrida, la autonomía, flexibilidad académica y administrativa
Dogan y Yasar	2023	Aula invertida	Aula invertida en la enseñanza de las ciencias
Lapitan et al.	2023	Aula invertida	Aula invertida en aprendizaje activo de química analítica
Arteaga et al.	2023	Aprendizaje de nomenclatura orgánica con herramientas digitales y trabajo colaborativo	Aprendizaje autónomo con aula invertida, plataformas interactivas. Trabajo colaborativo, liderazgos, pensamiento crítico
Turan	2021	Aula invertida	Eficacia del aula invertida en la educación científica

Nota. datos documentales recopilados.

El modelo aula invertida en la enseñanza de la química inició en 2007 cuando los profesores Bergmann y Sams (2012) identificaron la dificultad de los estudiantes para transferir conocimientos a tareas prácticas. Grabaron lecciones, asignaron videos como tarea y liberaron tiempo en clase para reforzar conceptos. Esta práctica conocida como aula invertida o *flipped classroom* se ha popularizado como una metodología educativa que se centra en adaptar la enseñanza a diferentes estilos de aprendizaje, fomentando habilidades de aprendizaje autodirigido. La aplicación de este modelo ha ganado interés en la comunidad educativa; en la última década, se destacan impactos positivos, especialmente en la construcción integral del conocimiento, incluyendo aspectos de tipo conceptual, actitudinal y práctico.

El aula invertida y el pensamiento crítico

El aula invertida fomenta el pensamiento crítico, ya que invita a los estudiantes a adquirir los conocimientos previamente, fuera de la clase y aplicarlos en actividades prácticas durante la clase; estimula preguntas más profundas, fortaleciendo habilidades de análisis y razonamiento. El cambio de roles donde los profesores son exclusivamente guías o facilitadores promueve la participación activa; es un enfoque educativo centrado en el estudiante, que ayuda a responsabilizarlo de su aprendizaje, generando un mayor compromiso, dinamismo y potencializando principalmente habilidades prácticas. La educación integral busca no solamente la transmisión de información, sino también el desarrollo de dichas habilidades y la aplicación práctica del conocimiento (Perpiña, 2021).

Actualmente, en el ámbito de las ciencias básicas, física y química principalmente, la metodología del aula invertida ha sido objeto de extensos estudios que buscan evaluar su eficacia. Uno de los autores destacados en este campo es González (2016), cuyo enfoque se centra en una metodología activa y participativa que hace uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), con el propósito de potenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este método destaca porque involucra activamente a los estudiantes, promueve la extensión

del aprendizaje más allá del aula mediante el trabajo en casa y cultiva el pensamiento crítico. Los estudios recopilados y analizados enfatizan elementos clave como el pensamiento crítico, la motivación, la autonomía, el impacto y el rendimiento académico. Entonces, la implementación de la metodología del aula invertida conlleva una mejora significativa en la calidad educativa y facilita un aprendizaje activo e integral, resultados que se presentan de manera consistente en la investigación.

Varios estudios han resaltado la relación entre el modelo de aula invertida y el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes. Paristiowati et al. (2019) concluyeron que el aula invertida en la enseñanza de la química es más efectiva en estudiantes con alto pensamiento crítico al examinar el impacto del aprendizaje basado en problemas y este modelo. Munzil et al. (2020) compararon el modelo de aula invertida con una clase tradicional, de lo cual señalaron un aumento significativo en la habilidad de pensamiento crítico de los estudiantes con la implementación del aula invertida.

Influencia del aula invertida en la participación activa y motivación

Cid y González (2020) propusieron una estrategia pedagógica centrada en procesos ácido-base, utilizando la 'clase invertida' para fomentar la participación activa de los estudiantes mediante actividades colaborativas y preparación previa en casa, consolidando la conexión entre teoría y práctica. Además, Mora (2021) implementó una estrategia de aula invertida basada en el aprendizaje activo para enseñar química en colegios públicos, evaluando diversas estrategias que promovieron el uso de tecnología y actividades que implicaban cambio de roles y desarrollo del pensamiento crítico.

Por su parte, Martínez et al. (2023) se enfocaron en la implementación del aula invertida en la enseñanza de Química Orgánica-Bioquímica. Los estudiantes preferían trabajos prácticos y recursos digitales. En este sentido, el aula invertida promueve el aprendizaje autónomo y también el pensamiento crítico y la colaboración entre pares. Estos estudios destacan la relevancia de esta estrategia pedagógica como un enfoque

que, además de fomentar el pensamiento crítico, induce a la participación activa y la conexión significativa con los contenidos de aprendizaje.

En el ámbito educativo, varios proyectos e investigaciones han destacado la motivación como un factor clave al implementar la metodología del aula invertida. Arteaga (2018) exploró el uso de la plataforma *ScreenCast* para la creación de videos didácticos en el contexto de la química orgánica. Los resultados preliminares revelaron que la combinación de material audiovisual y tecnología informática dinamizó el proceso de enseñanza-aprendizaje, generando un significativo interés y motivación entre los estudiantes.

Valero et al. (2019) llevaron a cabo la implementación de la estrategia de aula invertida en la enseñanza de fenómenos del transporte en Ingeniería Química. Los resultados destacaron un incremento del 20 % en la evaluación del interés de la materia, así como mejoras notables en la motivación y la percepción del valor de los conocimientos adquiridos. El aula invertida se posicionó como una opción efectiva en entornos educativos técnicos con carga teórica compleja, contribuyendo a una mejor comprensión y aplicación del conocimiento.

Almendros et al. (2021) aplicaron aula invertida y trabajo colaborativo en química para estudiantes de Ingeniería Agroambiental, observando un aumento significativo en aprendizaje y motivación en comparación con la enseñanza tradicional. Aunque no impactaron directamente en la tasa de abandono, se sugirió la creación de recursos audiovisuales personalizados para fortalecer la relación profesor-estudiante en el trabajo colaborativo dirigido.

Juego de roles y trabajo autónomo

Rico et al. (2022) implementaron con éxito el modelo de aula invertida en química orgánica, permitiendo a los estudiantes preparar prácticas de laboratorio de manera autónoma. Experimentaron mejoras en técnicas de laboratorio, fundamentos teóricos y pensamiento crítico, generando mayor motivación y eficacia. El alcance y relevancia de esta propuesta de aprendizaje activo, diseñada para grupos

pequeños, se determinó por el desempeño académico, conocimiento, motivación y actitud positiva de los estudiantes.

En lo que respecta a la autonomía y actitud, diversos estudios han destacado la efectividad del aula invertida en la enseñanza de química. Silva (2017) resalta su enfoque innovador y su influencia positiva en la construcción del conocimiento, promoviendo una actitud favorable hacia el aprendizaje.

Asimismo, los estudios respaldan la eficacia y versatilidad del aula invertida en la educación en ciencias básicas. Al respecto, Tovar y Castro (2022) destacaron mejoras en competencias conceptuales, experimentales y actitudinales, subrayando la eficacia de esta metodología en el aprendizaje por competencias. Obi et al. (2022) observaron una mejora significativa en la actitud hacia la química y su correlación positiva con un mejor rendimiento académico en estudiantes que participaron en el aula invertida. Por su parte, Ortiz-Salamerón et al. (2019) centraron su investigación en prácticas de química, destacando la transformación del rol del profesor, la promoción del aprendizaje activo y autónomo, y la adaptabilidad a las necesidades individuales de los estudiantes. Lapitan et al. (2023) evaluaron métodos de aula invertida en la enseñanza a distancia de química analítica, evidenciando mejoras en habilidades de comunicación y resolución de problemas, aunque señalaron desafíos relacionados con la actitud estudiantil. En conjunto, estos estudios respaldan los beneficios del aula invertida en diversos niveles educativos y contextos.

La investigación de Peralta et al. (2020) se enfocó en el éxito del método de aula invertida en química general y orgánica, revelando mejoras en comprensión, autonomía, habilidades, búsqueda de información, uso de tecnologías y conexión entre áreas del conocimiento, contribuyendo a la generación de un proceso educativo más integral.

El estudio de Zamora (2023) destaca el uso eficaz del aula invertida durante tiempos de confinamiento (COVID-19). Al adaptarse por medio de un enfoque híbrido con la plataforma Google Classroom, esta metodología permitió

mejorar la planificación, promover la interacción, fomentar la autonomía y brindar flexibilidad, factores que contribuyeron significativamente en la recopilación de datos, ajustándose a los objetivos del programa. Estos hallazgos subrayan la relevancia del aula invertida en la promoción de la autonomía, mejorando la actitud y el rendimiento académico de los estudiantes en el contexto de la química.

Prospectivas según el rendimiento académico

Partiendo de lo anterior, se analizaron aquellos avances relacionados con el impacto y el rendimiento que se obtienen con la implementación del aula invertida. Según los estudios, se ha demostrado tener un impacto significativo en la enseñanza de la química. Sierra et al. (2018) evaluaron el método *Flipped Classroom* en estudiantes de décimo grado, observando mejoras significativas en las calificaciones y resaltando la importancia de aprovechar la tecnología para crear entornos de aprendizaje efectivos y accesibles.

Bokosmaty et al. (2019), en la Universidad de Sydney, aplicaron un enfoque de aula parcialmente invertida, observando un aumento significativo en las calificaciones y una mejora notable en un curso, categorizado históricamente con alta tasas de deserción. La metodología planteada demostró beneficios para fomentar la participación estudiantil y mejorar el desempeño académico.

Salazar (2019) centró su investigación en el impacto del aula invertida, junto con tecnologías de la información y comunicación (TIC), en estudiantes de décimo grado. Los resultados mostraron que esta estrategia no solo motivaba a los estudiantes, sino que también mejoraba sus resultados en la química al promover una comprensión más profunda de conceptos y fenómenos.

Jang y Kim (2020) realizaron una revisión de 43 investigaciones relacionadas con la efectividad del aula invertida en la educación superior, encontrando un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes y mejoras cognitivas, emocionales y sociales.

El estudio de Jato et al. (2021) destaca el impacto positivo del aula invertida al enseñar reacciones químicas. Para ello, utilizaron diversas técnicas de evaluación, observación, encuestas, rúbricas y pruebas. Los resultados evidenciaron que los promedios de la posprueba en el grupo experimental superaron tanto los promedios iniciales como los del grupo control. Estos hallazgos subrayan de manera contundente el efecto beneficioso de la aproximación pedagógica en el desarrollo de habilidades cognitivas de los estudiantes.

En 2019, DeMatteo propuso un enfoque que fusionó la instrucción de investigación POGIL con aula invertida. Este enfoque fue diseñado para abordar desafíos en la enseñanza de química orgánica en aulas reducidas. Finalmente, se señaló la alta efectividad de esta combinación en el rendimiento de los estudiantes en el ámbito de esta importante área de la química.

La investigación de Quishpe (2022), desarrollada en la Universidad Central del Ecuador, evaluó el impacto del aula invertida en la enseñanza de química orgánica. Los resultados indicaron mejoras en habilidades cognitivas básicas para más del 50 % de los estudiantes, aunque algunos enfrentaron desafíos en la aplicación del método.

Remache (2022), en su tesis de maestría, destacó la necesidad de innovar en la enseñanza de la química. Su investigación sobre la relación entre el aula invertida y el rendimiento académico mostró un aumento significativo en las calificaciones del grupo experimental.

Asimismo, la investigación de Arteaga et al. (2023) destaca la efectividad de una estrategia de aprendizaje activo diseñada para enseñar nomenclatura orgánica en estudiantes de la Universidad del Cauca, Popayán. Con la metodología de aula invertida, se implementaron tres etapas: planificación, implementación y validación. Para los grupos funcionales más importantes se crearon materiales interactivos en Genial.ly, explorados colaborativamente por los estudiantes. Los resultados, evaluados mediante encuestas y pruebas, revelaron una alta aceptación (90 %) y un rendimiento superior en las pruebas para los participantes en comparación con el grupo de control.

Finalmente, Dogan et al. (2023) revisaron estudios empíricos recientes y concluyeron que la enseñanza invertida tiene un impacto académico positivo en los cursos de ciencias, especialmente en clases con un número reducido de alumnos y en el nivel de educación primaria. Estos estudios colectivos refuerzan la idea de que el aula invertida es una estrategia educativa efectiva para mejorar el aprendizaje en la enseñanza de química.

Hallazgos desde los puntos de vista de los autores

Desde las perspectivas mencionadas, varios autores respaldan la eficiencia del modelo de aula invertida, destacando algunas características fundamentales que resultan beneficiosas en el ámbito educativo, según sus investigaciones. Entre estas características se incluyen la participación activa de los estudiantes, la promoción del pensamiento crítico, la flexibilidad en el ritmo de aprendizaje y la utilización efectiva de tecnologías educativas.

Los estudios realizados por estos autores subrayan la importancia de involucrar constantemente a los estudiantes de manera activa en el proceso de aprendizaje, propiciando ambientes donde puedan explorar y aplicar los conceptos de forma práctica. Además, la promoción del pensamiento crítico se destaca como un elemento clave para el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, fomentando la capacidad de análisis y la resolución de problemas.

La flexibilidad en el ritmo de aprendizaje, característica que se resaltó en los estudios, permite adaptarse a las necesidades individuales y propias de cada estudiante, facilitando un enfoque personalizado. Además, la integración efectiva de tecnologías educativas, como videos, plataformas en línea y recursos interactivos, mejora la accesibilidad y la variedad de recursos, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje.

En conjunto, estos aspectos fundamentales respaldan la eficiencia del aula invertida, proporcionando una visión integral sobre cómo esta metodología puede potenciar el proceso educativo y promover un aprendizaje más significativo:

Balverdi et al. (2020) implementaron la clase invertida en la enseñanza de química analítica, centrada en espectrometría de absorción atómica, con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este enfoque activo promueve la colaboración, permite a los estudiantes avanzar a su propio ritmo y se destaca por fomentar la independencia y confianza, facilitando la asimilación del conocimiento. Los resultados concluyen que la clase invertida es una herramienta valiosa para materias prácticas, especialmente aquellas que requieren interacción continua entre profesores, alumnos y contenido, con énfasis en la retroalimentación constante.

Popova et al. (2020) abogaron por la integración de tecnología educativa moderna, destacando la combinación de aprendizaje en línea y el modelo de aula invertida en la enseñanza escolar. Se señala la importancia de dirigir la educación en ciencias naturales hacia la formación de individuos que puedan vivir en armonía con su entorno, proponiendo enfoques centrados en competencias y en el desarrollo de la personalidad.

En el año 2019, Broman y Johnels transformaron un curso de química orgánica en un enfoque de aprendizaje invertido. Los estudiantes valoraron la propuesta, ya que les permitió ser más activos, aprovechar mejor su tiempo al trabajar en grupos y retroalimentar los conocimientos con el profesor, aumentando el interés general hacia la química y la metodología.

De igual forma, en el estudio de Lamana (2020), se analizó la influencia de la metodología de aula invertida en los resultados de aprendizaje de física y química en el primer año de bachillerato en una institución educativa de Aragón, España. La investigación se realizó en época de confinamiento (COVID-19), los resultados mostraron que dicha propuesta estimuló el interés de los estudiantes, involucrándolos activamente en su aprendizaje, además de brindarles apoyo.

Anuar et al. (2021) incorporaron el enfoque de aula invertida en un curso de laboratorio de química, que optimizó el tiempo de trabajo y mejoró las calificaciones y desempeño de los estudiantes. Lu et al. (2021) evaluaron la

relevancia de la realidad aumentada en un curso de química, mostrando efectos positivos en la conciencia y el aprendizaje. Wu et al. (2021) relacionaron la aplicación exitosa del enfoque de aula invertida en cursos STEM, lo cual causó mejoras en el conocimiento.

Li et al. (2022) evaluaron un modelo de aula invertida basada en minijuegos, demostrando puntuaciones significativamente superiores y aceptación del proceso de aprendizaje. Ruiz (2022) implementó estrategias de *Flipped Learning* en física y química en secundaria y bachillerato, destacando la importancia de adaptar el sistema educativo.

Turan (2021) realizó una revisión sistemática sobre la eficacia de las estrategias de aula invertida en la educación científica, revelando un efecto significativo en la mejora y preferencia por estos métodos educativos.

Desafíos y aspectos por mejorar en la aplicación de aula invertida

Aunque la mayoría de los estudios han revelado notables éxitos en la implementación del modelo de aula invertida, algunos autores señalan aspectos susceptibles de mejora. La relevancia de priorizar la motivación de los estudiantes queda clara en investigaciones recientes, como en los hallazgos de Sierra et al. (2018). Asimismo, la integración de recursos tecnológicos en el aula ofrece un entorno educativo más dinámico, siempre y cuando los contenidos digitales cumplan con altos estándares de calidad. Estos aspectos subrayan la importancia de centrarse en la motivación estudiantil y la calidad de los recursos tecnológicos para optimizar la efectividad del enfoque de aula invertida en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

No obstante, el uso de aula invertida presenta algunos limitantes, como la carencia de equipos adecuados y debilidades en habilidades comunicativas y de manejo de TIC por parte de los docentes (Cedeño-Escobar y Viguera-Moreno, 2020). Estos obstáculos pueden generar frustración en estudiantes y profesores, ya que se convierten en grandes desafíos. Para superarlos, se necesita de mayor tiempo de atención por parte de los docentes, así como esfuerzo adicional por parte de los estudiantes.

También, es crucial tener en cuenta la gestión efectiva del tiempo dentro del modelo de aula invertida. Este enfoque no implica un aumento en la carga de trabajo total, sino una reorganización que prioriza la interacción, la discusión y la colaboración en el tiempo disponible. La implementación gradual de la metodología de aula invertida, integrando de manera progresiva clases tradicionales con actividades invertidas, puede ser una estrategia eficaz para facilitar la adaptación de los estudiantes al nuevo formato educativo. Teniendo en cuenta que este enfoque permite una transición suave, que proporciona el tiempo y el espacio necesarios para comprender y aprovechar al máximo los beneficios del aula invertida.

La preparación inicial demanda más tiempo al profesor, pero este esfuerzo se traduce en recursos listos para futuras sesiones. La motivación que él pueda tener es un factor clave para el éxito del modelo, también, se debe analizar el ambiente de trabajo para garantizar las condiciones adecuadas (Cisneros et al., 2020).

A pesar de los desafíos, la metodología *Flipped Classroom* sigue en constante auge, gracias a que aprovecha las tecnologías de la información de manera inteligente, por lo tanto, siempre se ofrecerán oportunidades de mejora en la enseñanza. Su implementación puede contribuir a resolver problemas educativos actuales, como el absentismo y la falta de motivación, promoviendo un cambio positivo en el sistema educativo (Carrasco, 2017).

En el estudio de Pintado et al. (2020), la investigación exploratoria y descriptiva, respaldada por análisis estadísticos, no encontró una relación significativa entre la implementación del aula invertida y el aprendizaje en química. Aunque la mayoría de los docentes adoptó la estrategia, no se halló correlación con el nivel de aprendizaje de los estudiantes, sugiriendo una aplicación no completamente efectiva y un rendimiento estudiantil que no cumplió expectativas. La hipótesis de una relación directa y positiva entre el uso del aula invertida y el rendimiento académico fue rechazada.

En la investigación de Cinta et al. (2022) sobre la enseñanza de química orgánica mediante

aula invertida y tecnología remota, se evaluó la motivación e interés de 132 estudiantes de bachillerato en la UNAM. Los resultados, obtenidos a través de un cuestionario, indicaron que la propuesta promovió autonomía, mejoró la comprensión de contenidos y aumentó la motivación de los estudiantes. Sin embargo, se identificaron dificultades, especialmente para estudiantes con limitado acceso a Internet, afectando su rendimiento a pesar de actitudes positivas hacia el aprendizaje.

En síntesis, algunos estudios respaldan la efectividad del aula invertida en química, destacando su impacto en el pensamiento crítico, participación activa, educación integral y cambio de roles. No obstante, enfrenta desafíos disciplinarios y técnicos, además de requerir planificación y adaptación continua. A pesar de los errores identificados, especialmente en la planificación y conectividad rural, estas estrategias son vistas como positivas y prometedoras en la educación, sugiriendo que los obstáculos deben tratarse como desafíos externos en lugar de desventajas inherentes.

Autores como Pintado-Crespo et al. (2020) y Cinta et al. (2022) han subrayado la importancia de abordar y resolver estos desafíos de orden logístico. Además, han puesto de manifiesto que una planificación sólida y el acceso a recursos tecnológicos adecuados son factores cruciales para el éxito de estas estrategias. Sus trabajos de investigación enfatizan la necesidad de considerar tanto los aspectos pedagógicos como los factores operativos para aprovechar al máximo el potencial de estas innovadoras técnicas de enseñanza.

En última instancia, es innegable que la búsqueda de un proceso de enseñanza-aprendizaje integral debe centrarse en las interacciones que se dan entre los actores clave del sistema educativo (profesores-estudiantes-saber). Sin embargo, lograr estas relaciones productivas requiere un esfuerzo constante y colaborativo de todas las partes involucradas (Ortiz et al., 2019). En este contexto, la implementación del aula invertida, ya sea en el ámbito de la química u en otras disciplinas, debe basarse en los cuatro pilares fundamentales que describen en buena forma a esta gran metodología de aprendizaje activo: entorno flexible (*Flexible environment* 'F'),

cultura de aprendizaje (*Learning culture* 'L'), contenido intencionado (*Intentional content* 'I') y docente profesional (*Professional educator* 'P'), tal como lo propone Santos (2018). Estos elementos esenciales forman la base de un enfoque efectivo en la educación.

Conclusiones

Los hallazgos resaltan que en la mayoría de propuestas el aula invertida como estrategia pedagógica es altamente efectiva en el ámbito de la enseñanza de la química. Como metodología de aprendizaje activo no solo facilita un enfoque más centrado en el estudiante, sino que también promueve un mayor compromiso con el material de estudio. Los resultados y datos recopilados respaldan la idea de que la implementación del aula invertida puede llevar a un aprendizaje más profundo y significativo en el contexto de la química, hechos que potencialmente se traducen en un mejor desempeño académico y una comprensión más sólida de los conceptos químicos fundamentales.

Se ha evidenciado que la combinación de la estrategia del aula invertida con el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) motiva a los estudiantes y a los profesores, y contribuye a mejorar sus competencias académicas y tecnológicas. La motivación se deriva de la flexibilidad que brinda esta metodología, donde los estudiantes pueden acceder al contenido de aprendizaje a su propio ritmo, a menudo en un entorno en línea o interactivo. Además, se resalta el impacto positivo en los profesores, ya que, al diseñar y entregar recursos digitales de gran calidad, fomenta su desarrollo profesional y su habilidad para incorporar TIC en la enseñanza.

Finalmente, se destaca que para lograr el desarrollo de un aprendizaje integral a través del aula invertida debe existir una planificación seria y eficaz que defina los parámetros metodológicos en su implementación. Este análisis subraya la importancia del cumplimiento de fases y tareas que la población participante debe cumplir en espacios de tiempo asincrónicos y sincrónicos. Cuando se aplica de manera efectiva, esta estrategia tiene el potencial de promover un aprendizaje integral. Los estudiantes

experimentan un desarrollo de habilidades que va más allá del mero conocimiento conceptual y procedimental, y se extiende hacia habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y habilidades interpersonales. Esto sugiere que, a través de una planificación reflexiva y el diseño de recursos apropiados, el aula invertida puede ser una herramienta valiosa para el fomento de un aprendizaje más completo y enriquecedor.

Conflicto de interés

Los autores de este artículo declaran no tener ningún tipo de conflictos de interés del trabajo presentado.

Referencias

- Alarcón, D. S. y Alarcón, O. (2021). El aula invertida como estrategia de aprendizaje. *Conrado*, 17(80), 152-157. <https://conrado.ucf.edu/cu/index.php/conrado/article/view/1823>
- Almendros, P., Montoya, M. y Pablo-Lerchundi, I. (2021). Aula invertida y trabajo colaborativo en Química. *Educación Química*, 32(4), 142-153. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78412>
- Anuar, H., Kim, Y., Tan, T. H., & Fung, F. M. (2021). Adopting a flipped classroom to teach and learn SciFinder in an undergraduate chemistry laboratory course. En F. M. Fung & C. Zimmermann (Eds.), *Technology-Enabled Blended Learning Experiences for Chemistry Education and Outreach* (pp. 95-105). Elsevier.
- Arteaga, D. (2018, 4 y 5 de octubre). Aula Invertida: una aproximación estratégica para la inducción a prácticas de Laboratorio de Química Orgánica [Memoria]. *Seminario Internacional de Innovaciones Educativas SINEM y MOOC*. 5-11, Universidad del Cauca.
- Arteaga, D., Chavarro Córdoba, M., & Lenis Velásquez, L. A. (2023). Active Learning strategies on organic nomenclature using digital tools and collaborative work. *Educación Química*, 34(2), 59-80. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.2.83509>
- Balverdi, C. V., Balverdi, M. P., Marchisio, P. F. y Sales, A. M. (2020). El modelo "clase invertida" en química analítica. *Educación Química*, 31(3), 1-15. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.70250>
- Bergmann, J. y Sams, A., (2012). *Flip Your Classroom. Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.
- Bokosmaty, R., Bridgeman, A., & Muir, M. (2019). Using a partially flipped learning model to teach first year undergraduate chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(4), 629-639. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00414>
- Broman, K., & Johnels, D. (2019). Flipping the class - University chemistry students' experiences from a new teaching and learning approach. *Chemistry Teacher International*, 1(1). <https://doi.org/10.1515/cti-2018-0004>
- Carrasco, C. (2017). "Flipped classroom" o la clase al revés [Tesis de maestría, Universidad de Salamanca]. Gredos. <https://gredos.usal.es/handle/10366/145637>
- Cedeño-Escobar, M. R. y Vigueras-Moreno, J. A. (2020). Aula invertida una estrategia motivadora de enseñanza para estudiantes de educación general básica. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 878-897. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1323>
- Cid, R. y González, D. (2020). Propuesta de intervención para la enseñanza de la Química en un curso superior de secundaria basada en la "clase invertida". *Sensos-E*, 7(2), 72-85. <https://doi.org/10.34630/sensose.v7i2.3643>
- Cinta, L. O., Alarcón, N., Buendía, J. L., Martínez, S. M. y De la Cruz, G. (2022). Uso del aula invertida y TIC en la enseñanza remota de grupos funcionales oxigenados. *Trilogía*, 37(48), 34-49.
- Cisneros, D., Graell, Y., Marengo, P., Ramos, E., Vergara, P. y Sarco, A. (2020). Aula invertida como una alternativa en la educación superior a distancia en UMECIT. *Semilla Científica*, (1), 365-380. <https://revistas.umecit.edu.pa/index.php/sc/article/view/1013>

- DeMatteo, M. P. (2019). Combining POGIL and a flipped classroom methodology in organic chemistry. In *ACS Symposium Series* (pp. 217–240). American Chemical Society.
- Doğan, Y., Batdı, V., & Yaşar, M. D. (2023). Effectiveness of flipped classroom practices in teaching of science: a mixed research synthesis. *Research in Science & Technological Education*, *41*(1), 393–421. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1909553>
- González, E. J. (2016). *Tu casa es tu clase: el "aula invertida" en Física y Química* [Tesis de maestría, Universidad de Oviedo]. Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/38232>
- González, L. A. y Salas, M. (2015). Estrategias facilitadoras y aprendizaje significativo en el Laboratorio de Circuitos Eléctricos del IUTC. *Omnia*, *21*(2), 71-83. <https://www.redalyc.org/pdf/737/73743366005.pdf>
- Jang, H. Y., & Kim, H. J. (2020). A meta-analysis of the cognitive, affective, and interpersonal outcomes of flipped classrooms in higher education. *Education Sciences*, *10*(4), 115. <https://doi.org/10.3390/educsci10040115>
- Jato-Canales, S., Fausto-Frías, S. y Domínguez-Liriano, JDD (2021). Aula invertida como método de enseñanza en la unidad didáctica Reacciones Químicas de quinto grado del Nivel Secundario. *Revista Caribeña de Investigación Educativa (RECIE)*, *5*(1), 19–39. <https://doi.org/10.32541/recie.2021.v5i1.pp19-39>
- Lamana, L. (2020). *Influencia de la metodología "flipped classroom" en los resultados de aprendizaje en la asignatura de Física y Química en 1º de Bachillerato* [Tesis de maestría, Universidad de Zaragoza]. Zagan. <https://zagan.unizar.es/record/98510?ln=es>
- Lapitan, L. D., Chan, A. L., Sabarillo, N. S., Sumalinog, D. A., & Díaz, J. M. (2023). Design, implementation, and evaluation of an online flipped classroom with collaborative learning model in an undergraduate chemical engineering course. *Education for Chemical Engineers*, *43*, 58–72. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.01.007>
- Li, C.-T., Hou, H.-T., Li, M.-C., & Kuo, C.-C. (2022). Comparison of mini-game-based flipped classroom and video-based flipped classroom: An analysis of learning performance, flow and concentration on discussion. *The Asia-Pacific Education Researcher*, *31*(3), 321–332. <https://doi.org/10.1007/s40299-021-00573-x>
- Lu, A., Wong, C. S. K., Cheung, R. Y. H., & Im, T. S. W. (2021). Supporting flipped and gamified learning with augmented reality in higher education. *Frontiers in Education*, *6*, 1-11. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.623745>
- Martínez, G., Reyes, R. y Rodríguez, L. (2023). *El aula invertida como metodología para el aprendizaje de Química Orgánica-Bioquímica en Ingeniería Agronómica*. *EduSol*, *23*(84). <http://scielo.sld.cu/pdf/eds/v23n84/1729-8091-eds-23-84-161.pdf>
- Mora, A. M. (2021). *Diseño de una estrategia metodológica de Aula Invertida basada en Aprendizaje Activo, para abordar los temas de Reacciones Químicas y Estequiometría de los ejes temáticos II y III del programa de Química de décimo nivel en colegios académicos públicos de la Dirección Regional de Heredia* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Costa Rica]. Repositorio UNACR. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/20662>
- Munzil, M., Pandaleke, M., & Sumari, S. (2020). Aula invertida: un modelo novedoso para aumentar la habilidad de pensamiento crítico en los cursos de química. *Conferencia AIP. Proc.*, *2215*(1). <https://doi.org/10.1063/5.0000540>

- Obi, C. O., Orim, R. E., Neji, H. A., Ukwetang, J. O., Uwe, U. E., & Ideba, M. A. (2022). Students' attitude and academic achievement in a flipped classroom. *Heliyon*, 8(1), e08792. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08792>
- Ortiz-Salmerón, E., Andújar-Sánchez, M., Ureña-Amate, M. D. y Socias-Viciano, M. M. (2019). Aula invertida en las prácticas de Química de los Grados de Química y Ciencias Ambientales. En R. Roig-Vila (ed.), *Investigación e innovación en la enseñanza superior: Nuevos contextos, nuevas ideas* (pp. 1009–1020). Octaedro, S. L.
- Paristiwati, M., Cahyana, U., & Setara, B. I. (2019). Implementation of problem-based learning – flipped classroom model in chemistry and its effect on scientific literacy. *Universal Journal of Educational Research*, 7(9A), 56–60. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071607>
- Peralta, H., Ballbé, A. M. y Peralta, N. (2021). El método del aula invertida en las asignaturas de Química para especialidades biomédicas y diagnósticas. *Mediciego*, 26(4), e2838. <https://revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/2838>
- Perpiñà, G., Sidera, F. y Serrat, E. (2021). Rendimiento académico en educación primaria: relaciones con la Inteligencia Emocional y las Habilidades Sociales. *Revista de Educación*, 395, 391-319. <https://recyt.fecyt.es/index.php/Redu/article/view/90454>
- Pintado-Crespo, M. L., García-Herrera, D. G., Cárdenas-Cordero, N. M. y Erazo-Álvarez, J. C. (2020). Aula Invertida como estrategia didáctica para la enseñanza de la Química en Bachillerato. *CIENCIAMATRIA*, 6(1), 412–435. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i1.340>
- Popova, S. V., Petrischeva, L. P., Popova, E. E., & Ushakova, O. V. (2020). Modern educational formats: technology of flipped chemistry teaching. *Journal of physics. Conference series*, 1691(1), 012193. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1691/1/012193>
- Quishpe, F. (2022). *Aula invertida en el aprendizaje de Química Orgánica en Quinto semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología de la Universidad Central del Ecuador, periodo 2021-2022* [Tesis de maestría, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional Universidad Central del Ecuador. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/fea1e577-8987-4351-8a3f-3f6418799c71>
- Remache, L. R. (2022). *Aula invertida y rendimiento académico en la asignatura de química para estudiantes de bachillerato* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Ecuador]. PUCE. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/83509fc1-efd6-40c6-aec3-96963bd413af>
- Rico, M., Santiago, P. y Rodríguez, E. M. (2022). Implantación del aula invertida en prácticas de laboratorio de Química Orgánica. En *Actas de las IX Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el Ámbito de las TIC y las TAC* (pp. 167-172). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).
- Ruiz, B. (2022). *Aplicación de estrategias Flipped-learning para la enseñanza de Física y Química en Secundaria y Bachillerato* [Tesis de maestría, Universidad Valladolid]. UVADoc. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/57581>
- Salazar, J. C. (2019). *Aula invertida como metodología educativa para el aprendizaje de la química en educación media* [Tesis de maestría, Universidad de la Costa]. Redicuc. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/5907>
- Santos, J. B. (2018). *El flipped classroom en el aprendizaje significativo en ecuaciones de primer grado en la institución educativa Juan Ucayali Matías de redención en puerto Bermúdez, OXAPAMPA-2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/624>

Sierra, E. J., Dimas, J. M. y Flórez, E. P. (2018). 5B010 Evaluación del uso del método Flipped Classroom o aula invertida en el aprendizaje de la química: estudio de caso en la Institución Educativa Lacides C. Bersal de Lorica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (extraordinario), 1-9. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/9041>

Silva, B. (2017). Sala de aula invertida: uma análise das contribuições e de perspectivas para o Ensino de Química. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, (extra), 1591-1596.

Tovar, M. C. y Castro, M. (2022). Aula invertida como metodología educativa en el aprendizaje de química, Universidad Nacional de Educación. Perú-2021. *Alpha Centauri*, 3(3), 59-64. <https://doi.org/10.47422/ac.v3i3.92>

Turan, Z. (2021) Evaluating Whether Flipped Classrooms Improve Student Learning in Science Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 67(1), 1-19. <https://doi.org/10.1080/00313831.2021.1983868>

Valero, M. M., Martínez, M., Pozo, F., & Planas, E. (2019). A successful experience with the flipped classroom in the Transport Phenomena course. *Education for Chemical Engineers*, 26, 67-79. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2018.08.003>

Wu, H.-T., Mortezaei, K., Alvelais, T., Henbest, G., Murphy, C., Yezierski, E. J., & Eichler, J. F. (2021). Incorporating concept development activities into a flipped classroom structure: using PhET simulations to put a twist on the flip. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(4), 842-854. <https://doi.org/10.1039/D1RP00086A>

Zamora, A. H. (2023). Aula invertida una alternativa para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química en una plataforma educativa: prácticas docentes y casos de éxito. *Ciencia y Filosofía* 9(10), 34-44. <https://doi.org/10.38128/cienciayfilosofa.v9i10.53>

Contribución

Diana Carolina Gómez: Concepción idea, preparación, revisión bibliografía y redacción.

Danny Arteaga: Generación de idea, revisión y edición del manuscrito.

Los autores participaron en la elaboración del manuscrito, lo leyeron y aprobaron.