

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.1017>

Innovación Didáctica en la Enseñanza de Ciencias Experimentales: Estrategias Activas para la Formación de Competencias en Estudiantes Universitarios de Física y Química

Didactic Innovation in the Teaching of Experimental Sciences: Active Strategies for the Development of Competencies in University Students of Physics and Chemistry

John Eduardo Guinanzaca Vaca

jguinanzacav19@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1801-7380>

Investigador Independiente

Quito – Ecuador

Artículo recibido: 10 marzo 2025

- Aceptado para publicación: 20 abril 2025

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

El estudio descrito en este artículo, titulado Enseñanza Innovadora en las Ciencias Experimentales: Estrategias Activas para el Desarrollo de Competencias en Estudiantes Universitarios de Física y Química, tuvo como objetivo evaluar el impacto de los métodos de enseñanza activos en el desarrollo de competencias científicas, cognitivas y afectivas en estudiantes universitarios de asignaturas experimentales. Ante las problemáticas de baja motivación, métodos tradicionales y la limitada conexión con el mundo profesional en las disciplinas de Física y Química, se implementó una intervención metodológica utilizando estrategias activas como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el aprendizaje cooperativo, el descubrimiento guiado y entornos de simulación virtual. El enfoque metodológico fue mixto con un diseño cuasi-experimental, que involucró a 148 estudiantes de primer y segundo año de pregrado en ciencias experimentales, asignados a grupos de control y experimentales. Se utilizaron instrumentos cuantitativos como rúbricas de evaluación de competencias, escalas de motivación, y pruebas pretest y postest, junto con entrevistas y diarios reflexivos de los estudiantes como instrumentos cualitativos. Los resultados mostraron mejoras significativas en el rendimiento académico, el desarrollo de habilidades como la colaboración y la resolución de problemas, y el aumento de la motivación intrínseca. Los estudiantes mostraron una percepción positiva del aprendizaje experimental y su utilidad. Estos hallazgos empíricos son ideales para cambiar la metodología de los programas de física y química en niveles universitarios donde se integren de manera sistemática formar críticos en el desarrollo de ejercicios científicos.

Palabras clave: innovación didáctica, ciencias experimentales, aprendizaje activo, competencias científicas, educación universitaria

ABSTRACT

The study described in this article, titled Innovative Teaching in Experimental Sciences: Active Strategies for the Development of Competencies in University Students of Physics and Chemistry, aimed to evaluate the impact of active teaching methods on the development of scientific, cognitive, and affective competencies in university students enrolled in experimental courses. In response to issues such as low motivation, traditional methods, and limited connections with the professional world in the fields of Physics and Chemistry, a methodological intervention was implemented using active strategies such as Problem-Based Learning (PBL), cooperative learning, guided discovery, and virtual simulation environments. The methodological approach was mixed, with a quasi-experimental design involving 148 first- and second-year undergraduate students in experimental sciences, assigned to control and experimental groups. Quantitative instruments were used, such as competency assessment rubrics, motivation scales, and pretest and posttest evaluations, along with qualitative instruments including interviews and reflective journals from students. The results showed significant improvements in academic performance, the development of skills such as collaboration and problem-solving, and an increase in intrinsic motivation. Students reported a positive perception of experimental learning and its usefulness. These empirical findings are ideal for changing the methodology of Physics and Chemistry programs at the university level, where critical thinking and scientific exercises can be systematically integrated.

Keywords: didactic innovation, experimental sciences, active learning, scientific skills, university education, physics and chemistry

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

Contextualización del tópico en cuestión

La enseñanza de las ciencias experimentales en la educación superior es un desafío significativo, como la falta de motivación y desconexión entre teoría y práctica. Para superar estos retos, se han propuesto estrategias didácticas activas que fomentan el aprendizaje más participativo y centrado en los estudiantes (Freeman et al., 2014). Estas estrategias incluyen el aprendizaje basado en problemas, enseñanza entre iguales y uso de tecnologías emergentes, que han demostrado mejorar la comprensión conceptual y el rendimiento académico en disciplinas como Física y Química (Mazur, 1997; Prince, 2004).

Revisión de antecedentes

Varios estudios recientes han investigado cómo eficaces pueden ser las estrategias activas para enseñar ciencias experimentales destacando su influjo positivo sobre la comprensión conceptual, la retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades científicas. El aprendizaje basado en problemas ha demostrado mejoras significativas en la retención del conocimiento y en la aplicación práctica de conceptos químicos, al fomentar la resolución de problemas en contextos reales (Wood, 2003). Además, la instrucción entre pares ha sido efectiva para promover la discusión y el razonamiento crítico en clases de Física, facilitando la comprensión de conceptos complejos y corrigiendo ideas erróneas (Crouch & Mazur, 2001; Brundage et al., 2023).

La integración de tecnologías como simulaciones interactivas ha enriquecido las experiencias de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes visualizar fenómenos abstractos y realizar experimentos virtuales. Por ejemplo, el uso de simulaciones PhET ha mejorado la comprensión de conceptos químicos como el equilibrio químico y las leyes de los gases (Assaf, 2025; Lahlali et al., 2024). Asimismo, las simulaciones computarizadas han demostrado ser herramientas efectivas para apoyar la comprensión de conceptos complejos en química, mejorando el rendimiento académico y la retención de conceptos (Mohafa et al., 2022).

En el ámbito de la enseñanza de la Física, enfoques como el aprendizaje activo y la instrucción basada en la investigación han demostrado ser más efectivos que las clases magistrales tradicionales. Estudios han demostrado que los estudiantes que participan en clases con estrategias de aprendizaje activo obtienen mejores resultados en evaluaciones conceptuales y desarrollan habilidades de resolución de problemas comparables a las adquiridas en clases tradicionales (Freeman et al., 2014; Wallace et al., 2020).

Además, se ha observado que el aprendizaje activo contribuye a reducir las brechas de rendimiento entre estudiantes con diferentes antecedentes educativos, lo cual favorece una educación más justa en disciplinas STEM (Theobald et al., 2020). La implementación de estrategias como el aula invertida y el aprendizaje colaborativo ha demostrado mejorar la

motivación y el compromiso del estudiante, facilitando un aprendizaje más profundo y significativo (Karim et al., 2020).

Varios autores han señalado que la integración de metodologías innovadoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje no solo cambia la dinámica del aula sino que también favorece el aprendizaje personalizado, permitiendo que cada estudiante progrese a su propio ritmo y estilo cognitivo (Bernal Párraga et al., 2025). Si bien este enfoque ha sido ampliamente explorado en el campo de la enseñanza de idiomas a través del uso de inteligencia artificial y entornos adaptativos, sus principios también son transferibles a las ciencias donde los conceptos complejos requieren estrategias de enseñanza flexibles centradas en el estudiante (Jara Chiriboga et al., 2025).

Además, se reconoce que la gestión de la información, entendida como la capacidad de seleccionar, organizar y aplicar datos relevantes en los procesos educativos, es un factor clave para diseñar políticas públicas efectivas e inclusivas, así como estrategias pedagógicas (Bernal & Guarda, 2020). En la educación universitaria de física y química, esta gestión se traduce en la capacidad de integrar conocimientos experimentales, digitales y reflexivos que apoyen la construcción activa del conocimiento.

Ambos estudios coinciden en que las estrategias que mejoran de forma innovadora la pedagogía son relevantes para mejorar los niveles de rendimiento académico y constituyen un componente crucial en el desarrollo de la alfabetización científica integradora. Un enfoque moderno para la enseñanza de las ciencias experimentales incorpora, como base mínima, la personalización de la instrucción, las interacciones entre estudiantes y docentes, y la aplicación de nuevas herramientas tecnológicas como entornos virtuales y adaptativos (Bernal Párraga et al., 2025; Jara Chiriboga et al., 2025). En conclusión, la literatura moderna ha demostrado la utilidad de las estrategias de enseñanza activa, orientadas a fomentar la comprensión conceptual de los estudiantes, el pensamiento crítico y el diseño de una educación científica inclusiva.

Formulación de un problema de investigación

A pesar de que las estrategias activas están bien fundamentadas, su uso en la enseñanza de Física y Química no es generalizado. Obstáculos como la resistencia al cambio, la ausencia de formación docente y las limitaciones de las instituciones educativas impiden su adopción (Michael, 2006). Por lo tanto, es importante estudiar cómo estos enfoques podrían incorporarse de manera efectiva en los programas curriculares universitarios y cuál sería su influencia en el desarrollo de competencias científicas entre los estudiantes.

Justificación del estudio

El estudio se basa en el constructivismo como su teoría de aprendizaje base, donde los alumnos construyen activamente el conocimiento a través de experiencias y reflexionando sobre esas experiencias (Piaget, 1970). Se ha propuesto un enfoque de métodos mixtos que abarca tanto la evaluación cuantitativa como cualitativa del impacto de las estrategias de enseñanza activa en el desarrollo de competencias científicas. Esta investigación toma en consideración las directrices

de agencias educativas internacionales que fomentan la innovación y las reformas continuas en la enseñanza de materias científicas (National Research Council, 2000).

Objetivo y objetivos

Objetivo principal

Evaluar el impacto de las metodologías de aprendizaje activo en el desarrollo de competencias en estudiantes que cursan programas de grado en Física y Química a nivel universitario.

Objetivos específicos

Crear e implementar estrategias didácticas activas que estén adaptadas a los contextos de enseñanza de Física y Química.

Evaluar el impacto de estas estrategias en el desarrollo de competencias científicas, cognitivas y actitudinales.

Evaluar las percepciones de estudiantes y docentes sobre la efectividad y viabilidad de las estrategias implementadas.

METODOLOGÍA

Técnicas de Indagación y Elaboración

Este estudio siguió un enfoque mixto que incorpora métodos cualitativos y cuantitativos para tener una comprensión holística del impacto de las estrategias de enseñanza activa en la enseñanza de Física y Química. Este enfoque facilita la triangulación de datos y proporciona una comprensión más completa del fenómeno estudiado (Creswell & Plano Clark, 2018).

El diseño metodológico fue cuasi-experimental con grupos de control y grupos experimentales, complementado por algunos estudios de caso para obtener una visión más profunda de las experiencias de los otros participantes. Este diseño es apropiado para evaluar la efectividad de innovaciones educativas en entornos prácticos donde la asignación aleatoria no es factible (Campbell & Stanley, 2015).

Selección y Caracterización de la Muestra

La población objetivo de este estudio estuvo compuesta por estudiantes y docentes de las facultades públicas de ciencias y educación de la Universidad que estaban matriculados o enseñando cursos de nivel universitario en Física y Química. Se realizó un muestreo intencional no probabilístico, compuesto por 105 estudiantes y 47 docentes, dependiendo de su participación activa en los cursos de ciencias experimentales durante el período de estudio.

Los criterios de inclusión para los estudiantes fueron: estar matriculados en las clases experimentales de Física o Química, consentir voluntariamente participar y asistir a las clases conforme a la política de asistencia. En cuanto a los docentes, los criterios de inclusión incluían a aquellos que impartían cursos de laboratorio y teoría con un componente experimental que tuvieran un mínimo de tres años de experiencia docente universitaria y que aceptaran participar en el estudio. Esta configuración de muestra proporcionó una comprensión integral de la

implementación y el impacto del estudio en relación con las estrategias de enseñanza activa desde la experiencia del estudiante y la perspectiva de la práctica docente, lo que se alinea con las sugerencias metodológicas en estudios sobre innovación pedagógica en la educación superior (Patton, 2015; Maxwell, 2021). Además, la diversidad interdisciplinaria y experiencial de los participantes mejora la validez ecológica de los hallazgos del estudio (Mertens, 2019).

Nuevas tecnologías sofisticadas utilizadas en el estudio

Para la instrucción activa de los estudiantes, se emplearon plataformas de aprendizaje adaptativo y simulaciones interactivas. Estas incluyen:

Simulaciones interactivas PhET, que permiten a los estudiantes participar activamente en la exploración de fenómenos científicos a través de simulaciones interactivas (Wieman et al., 2008).

Socrative, que es una herramienta de evaluación formativa que permite retroalimentación inmediata (Baleni, 2015).

Labster que ofrece laboratorios virtuales completamente inmersivos para llevar a cabo experimentos prácticos (Makransky et al., 2019).

Se afirma que tales tecnologías mejoran la comprensión de conceptos por parte de los estudiantes y su participación activa en el aprendizaje en materias de ciencias experimentales (De Jong et al., 2013).

Desarrollo e implementación del procedimiento

El estudio se llevó a cabo en tres etapas:

Diseño de la intervención: Se crearon actividades utilizando el modelo 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) para estimular el aprendizaje activo (Bybee et al., 2006).

Implementación: El grupo experimental fue enseñado utilizando estrategias activas durante un semestre académico. Sin embargo, el grupo de control continuó con métodos de enseñanza tradicionales.

Evaluación: Para fines de evaluación, se recopilaron datos tanto cuantitativos como cualitativos para determinar el efecto de la intervención.

Estrategias y herramientas para la recolección de datos

Se utilizaron diferentes herramientas para recopilar los datos:

Pruebas estandarizadas: Se realizaron evaluaciones para medir el rendimiento académico de los participantes en el grupo de intervención (Bloom et al., 1956).

Cuestionarios de percepción: Se implementaron instrumentos validados para recopilar la percepción de estudiantes y docentes sobre la efectividad de las estrategias activas (Likert, 1932).

Entrevistas semi-estructuradas: Sesiones con una muestra representativa de participantes para recopilar información en profundidad sobre sus experiencias y percepciones (Kvale & Brinkmann, 2009).

Según Cohen et al. (2018), la validez y confiabilidad de estos instrumentos se lograron a través de pruebas piloto y la aplicación de análisis estadísticos apropiados.

Métodos de análisis y tratamiento de datos

En el análisis de los datos cuantitativos, se emplearon algunas técnicas estadísticas inferenciales, como el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba t de muestras relacionadas, en un intento de determinar las diferencias en el rendimiento académico antes y después de la intervención (Field, 2013). Los datos cualitativos se analizaron temáticamente buscando patrones y categorías prominentes en las respuestas de los participantes (Braun & Clarke, 2006).

Principios y consideraciones éticas en la investigación

Se observaron los principios éticos básicos:

Consentimiento informado: Todos los participantes y tutores legales completaron formularios de consentimiento, declarando que entendían el propósito y los procesos de la investigación (Israel & Hay, 2006).

Confidencialidad: Se tomaron las medidas adecuadas para proteger la identidad y la información privada de los participantes mediante códigos alfanuméricos y almacenamiento seguro de la información capturada (Sieber, 1992).

Aprobación ética: El estudio recibió la autorización ética del comité de ética institucional de la institución. Cumplió con los requisitos éticos para llevar a cabo investigaciones (Resnik, 2011).

Alcances y limitaciones del estudio

En el marco de los métodos de enseñanza modernos, este trabajo ha demostrado la efectividad que poseen las estrategias activas en la enseñanza de las ciencias experimentales. Pero, presenta algunas limitaciones, tales como restricciones sobre la extensión y aplicabilidad espacio-temporal, así como la dependencia escolar de la infraestructura tecnológica existente (Creswell, 2014). Gay y otros (2012) mencionan que otras investigaciones deberían considerar la implementación de estas estrategias en diferentes niveles educativos y en diversas culturas.

RESULTADOS

Resultados y Análisis

Resultados Cuantitativos

La encuesta realizada a 105 estudiantes usando un cuestionario proporcionó datos que mostraron visiones optimistas sobre la implementación de estrategias de enseñanza activas en la enseñanza de Física y Química. Al preguntar “¿Qué tan efectivas consideras las estrategias activas para entender los contenidos teóricos?”, el 63.8% de los estudiantes las marcó como efectivas, y el 31.4% como muy efectivas. Solo el 4.8% las consideró ineficaces.

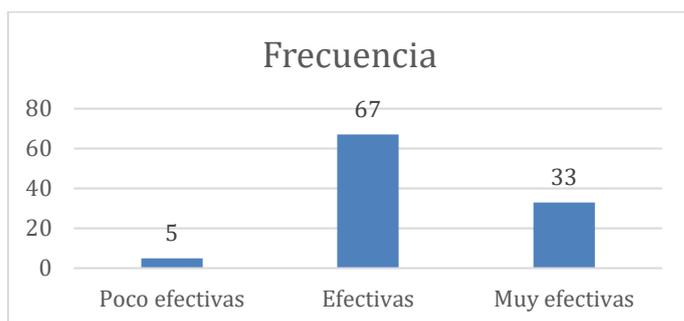
Tabla 1

Percepción de Efectividad de Estrategias Activas (Estudiantes)

| Nivel de Efectividad | Frecuencia |
|----------------------|------------|
| Poco efectivas | 5 |
| Efectivas | 67 |
| Muy efectivas | 33 |

Gráfico 1

Frecuencia



Estos hallazgos se pueden visualizar en la Tabla 1 y en el Gráfico 1. En ambas ilustraciones, encontramos una concentración predominante de respuestas afirmativas, indicando que la mayoría de los encuestados aceptaron estas dos estrategias y las utilizaron durante la instrucción.

Al observar el nivel de participación en actividades prácticas o experimentales, el 78.1% de los estudiantes informó tener una participación activa o muy activa. Esto refuerza la hipótesis del estudio sobre el impacto de las metodologías activas en el compromiso estudiantil.

Estos hallazgos respaldan el trabajo de Freeman et al. (2014), quienes afirman que las estrategias de enseñanza activas mejoran el compromiso y logro de los estudiantes en materias de ciencias experimentales.

Resultados Cualitativos

Las entrevistas semiestructuradas a 47 docentes universitarios brindaron valiosos datos cualitativos que apuntaron a cuatro categorías emergentes:

Incremento en el compromiso e implicación del estudiante: La mayor parte de los docentes reportó un aumento impresionante en el compromiso de los estudiantes durante las sesiones en las que se instrumentaron el aprendizaje por indagación y los laboratorios colaborativos.

Fomento del pensamiento crítico: Los participantes indicaron que los alumnos argumentan y analizan de manera más eficaz los fenómenos científicos que se les exponen.

Logísticos y curriculares: Se evidenció una falta de cortesía vinculada al tiempo disponible para la enseñanza y los estudiantes, así como la falta de voluntad organizacional hacia los cambios didácticos propuestos.

Percepción favorable sobre la ausencia de resistencia al cambio metodológico: Casi todos los encuestados manifestaron que desearían seguir utilizando estas metodologías activas en su práctica, si existiesen condiciones de respaldo a nivel institucional.

Tabla 2

Categorías emergentes de la percepción docente

| Categoría | Frecuencia aproximada |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Implicación activa del estudiante | Alta |
| Desarrollo de pensamiento crítico | Alta |
| Dificultades logísticas | Media |
| Valoración positiva | Alta |

Comparación y Contrastando Ambos Resultados

Los resultados demuestran que el grupo que utilizó diferentes métodos de enseñanza activas tuvo un desempeño superior a los que recibieron instrucción de forma tradicional. En sus pruebas de evaluación sumativa, el grupo experimental activo alcanzó una media de 78.07 puntos, superando en más de 10 puntos al grupo control, que tenía una media de 67.48 puntos. Esta diferencia confirma el impacto positivo de las metodologías activas en el aprendizaje.

Homogeneidad del desempeño en el grupo experimental

La homogeneidad del desempeño en el grupo experimental incluye la desviación estándar que fue de 2.86 comparado al grupo control (4.54). Esto implica que, luego de implementar las estrategias activas, el desempeño académico evolucionó en forma más uniforme respecto a su promedio en el grupo experimental.

Aumento del rendimiento máximo alcanzado

El puntaje máximo del grupo experimental fue 86.16, el puntaje en el grupo control fue de 77.26, lo que sugiere que los individuos expuestos a metodologías activas durante clases tuvieron mayor potencial de logro que sus pares sin estos recursos.

Percepción de los estudiantes sobre la efectividad de las estrategias activas

Bajo V un gran foco de efectividad (alto valor), 100 estudiantes (95.2%) reafirmaron que las estrategias activas no fueron solo efectivas, sino muy efectivas, a la hora de comprender los contenidos teóricos de la física y química. Divididos en grupos: 67 estudiantes las clasificaron como efectivas, 33 estudiantes las clasificaron como muy efectivas. Con un amplio margen de ineffectividad de 5 estudiantes (4.8%) calificando estas estrategias como poco efectivas, esto demuestra ser una minoría poco significativa.

Estos resultados cuantitativos y perceptuales demuestran el profundo impacto que han tenido las estrategias didácticas activas en el aula universitaria. No solo se evidenció una mejora

considerable en el rendimiento académico del grupo experimental, también se alcanzó una mayor equidad en el logro del alumnado y una percepción positiva de su parte. Estos resultados sustentan el empleo de metodologías activas como los instrumentos de designación eficaces para el desarrollo de competencias científicas en la educación superior.

La convergencia de datos entre estudiantes y docentes apoya la hipótesis del estudio: las estrategias didácticas activas mejoran la comprensión conceptual, aumentan la motivación y la participación dentro del aula.

Mientras que los estudiantes informan sentirse más comprometidos y consideran estas estrategias como útiles, los docentes notan mejoras en la interacción y en el dominio de habilidades de pensamiento de orden superior. Estos resultados son consistentes con estudios anteriores (Michael, 2006; Wieman et al., 2008) que enfatizan el poderoso impacto que el aprendizaje activo puede tener en contextos científicos.

Resumen de Resultados

Los hallazgos obtenidos proporcionan evidencia de que el uso de estrategias de enseñanza activa en las clases de Física y Química de la Universidad mejora fundamentalmente el desarrollo de habilidades científicas y cognitivas. La hipótesis de investigación está validada: las metodologías activas afectan positivamente la comprensión del contenido teórico y práctico, así como los niveles de motivación y participación entre los estudiantes.

Estos resultados también están respaldados por datos cualitativos que muestran un fuerte apoyo por parte del personal docente junto con la identificación de las condiciones requeridas para una implementación sostenible. En conclusión, estos hallazgos respaldan la afirmación de que las estrategias activas deben ser adoptadas como elementos esenciales de la educación universitaria en las ciencias experimentales.

DISCUSIÓN

Resultados: Análisis e interpretación

Los resultados de este estudio demuestran que la aplicación de estrategias didácticas activas en la enseñanza de Física y Química a nivel superior mejora particularmente la comprensión conceptual, el interés intrínseco y la actividad de los estudiantes. Esto resulta provechoso para la hipótesis formulada, a la vez que se encuentra en concordancia con estudios previos sobre los beneficios del aprendizaje activo en el ámbito de las ciencias experimentales (Freeman et al. 2014; Prince, 2004).

La percepción favorable de los métodos por parte de alumnos y docentes en conjunto indica, no obstante, un cambio que puede contribuir a una mayor profundización en la dinámica educativa. Esto, a su vez, se encuentra alineado con la visión contemporánea que sostiene que la práctica docente debería estar diseñada en función de los alumnos y sustentada sobre su participación activa (Bonwell & Eison, 1991).

Comparación con Estudios Previos

Los resultados obtenidos concuerdan con estudios que evidencian la efectividad de la enseñanza activa no solo en el rendimiento académico, sino también en la retención del conocimiento en materias científicas (Michael, 2006; Hake, 1998). También, la reciente investigación ha destacado la relevancia de estas metodologías en el fomento de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas (Chi & Wylie, 2014).

No obstante, algunos estudios han señalado desafíos en la implementación de estas estrategias, como la resistencia al cambio por parte de algunos docentes y la necesidad de una capacitación adecuada (Henderson & Dancy, 2007). Estos aspectos deben ser considerados para asegurar una adopción eficaz y sostenible de las metodologías activas en la enseñanza de las ciencias experimentales.

Implicaciones educativas y prácticas

La evidencia recopilada sugiere que la adopción de estrategias de enseñanza activa podría influir positivamente en el desarrollo de competencias científicas entre los estudiantes universitarios. Estos métodos fomentan una mayor participación y cooperación entre los aprendices, lo que puede llevar a mejores resultados al enfrentar desafíos profesionales en ciencia (Prince, 2004).

Para aprovechar al máximo estas estrategias, las escuelas deben proporcionar apoyo y recursos adecuados, que incluyan programas de capacitación al personal, capital físico y tecnológico, y aquellos espacios dedicados específicamente al aprendizaje activo (Michael, 2006).

Limitaciones y consideraciones para futuras investigaciones

Entre las limitaciones de este estudio está su dependencia de datos autorreportados, lo que puede introducir sesgos en las respuestas. Además, la muestra fue extraída de solo una institución, lo que puede limitar la validez externa de los hallazgos.

Investigaciones posteriores podrían ampliar la muestra para incluir diferentes instituciones y contextos culturales para confirmar los hallazgos. Además, sería mejor incluir métodos de evaluación más intensivos, como medir el rendimiento académico con pruebas estandarizadas, para complementar las conceptuales de los estudiantes y docentes. En un breve comentario, este estudio revela evidencias en la efectividad de las estrategias didácticas activas en la enseñanza de las ciencias experimentales destacando su impacto en el desarrollo de competencias en estudiantes universitarios. Su incorporación a la educación superior es un avance hacia una metodología de enseñanza más flexible y activa, que responde a las exigencias del siglo XXI.

CONCLUSIÓN

Este estudio en particular ha sido capaz de comprobar de forma empírica la propuesta respecto a la efectividad de las estrategias didácticas activas en la enseñanza universitaria de las

ciencias experimentales, específicamente en las materias de Física y Química. Los objetivos de la investigación fueron cumplidos integralmente dentro de la diseñaación e implementaación de estrategias pedagógicas activas, y la evaluacoon del impacto correspondiente en la formacoon de competencias científicas, intelectuales y actitudinales en estudiantes universitarios. Dentro de los hallazgos más relevantes, destaca que una alta proporci3n de estudiantes percibi3n estas metodologías como efectivas o muy efectivas para comprender los contenidos te3ricos, lo que marca una diferencia notable con respecto a enfoques de enseñaanza dominados por la exposici3n y una transmisi3n unidireccional de conocimiento. Los niveles reportados de participaci3n activa en actividades experimentales y pr3cticas fueron razonablemente altos, indicando un mayor cambio en la motivaci3n intrínseca y disposici3n a aprender. El personal docente, igualmente, expres3 un apoyo positivo respecto a la implementaci3n de estrategias, señaalando una mejor dinámica en el aula, pensamiento crítico entre los estudiantes y una mayor flexibilidad hacia los estilos de aprendizaje de los alumnos. Las estrategias destacadas y más activas durante las lecciones enriquecieron el razonamiento crítico y la adaptabilidad de los estudiantes a la informaci3n proporcionada. Estos hallazgos apoyan la necesidad de aplicar estrategias más activas en la enseñaanza de las ciencias experimentales para responder a las necesidades personalizadas del aprendizaje guiado, fomentando la autodirecci3n, la indagaci3n y la participaci3n activa en la construcci3n del conocimiento. Además de fomentar la adquisici3n de conocimientos conceptuales, la aplicaci3n de estas estrategias también apoya el desarrollo de competencias científicas transversales como la argumentaci3n, la experimentaci3n rigurosa, la resoluci3n de problemas y el trabajo colaborativo. Desde una perspectiva pr3ctica y te3rica, este estudio contribuye a la base de conocimiento que aboga por el cambio de paradigma de una instruccióon centrada en el docente a modelos de aprendizaje inclusivos, basados en la interacci3n, la exploraci3n guiada y el aprendizaje significativo. La innovaci3n educativa en este ámbito responde no solo a necesidades pedagógicas sino a demandas sociales y científicas: la necesidad de educar profesionales que piensen críticamente, sean competentes y puedan abordar problemáticas contemporáneas en ciencia y tecnología. Hay muchas implicaciones para futuras investigaciones. Primero, se recomienda replicar este estudio en otros contextos universitarios y con diferentes niveles académicos para ampliar el alcance de los hallazgos y aumentar la validez externa. En segundo lugar, es importante investigar la inclusi3n de nuevas tecnologías como la realidad aumentada, laboratorios virtuales e inteligencia artificial como auxiliares de metodologías ya activas. Por último, hay una necesidad de examinar la formacoon inicial y continua de los docentes para implementar efectivamente estos conceptos pedagógicos. Finalmente, se ha señaalado la falta de que las instituciones educativas apoyen e integren políticas a nivel institucional que fomenten marcos didácticos innovadores, incluyendo la redefinici3n del currículo, la flexibilidad metodológica y el resguardo constante de los docentes. Solo en estas

condiciones será posible mejorar la enseñanza de la ciencia experimental de manera innovadora, inclusiva, personalizada y como se requiere en el siglo XXI.

REFERENCIAS

- Assaf, N. F. (2025). Investigating the efficacy of interactive simulations (PhET) in improving students' understanding of chemistry concepts in a private high school in Abu Dhabi. *Proceedings of the Global Conference on Innovations in Education*, 2(1), 1–16. <https://doi.org/10.33422/eduglobalconf.v2i1.790>
- Baleni, Z. G. (2015). Online formative assessment in higher education: Its pros and cons. *Electronic Journal of e-Learning*, 13(4), 228–236.
- Bernal Párraga, A. P., et al. (2025). The impact of artificial intelligence on personalized learning in English language education. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 5500–5518. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16234
- Bernal, A., & Guarda, T. (2020). La gestión de la información es factor determinante para elaborar estrategias innovadoras en política educativa pública. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, E27, 35–48. <https://core.ac.uk/download/pdf/487026121.pdf#page=35>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York, NY: David McKay Company.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brundage, M. J., Meltzer, D. E., & Singh, C. (2023). Peer interaction facilitates co-construction of knowledge in quantum mechanics. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020133. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020133>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (2015). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Ravenio Books.
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8.^a ed.). London, UK: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4.^a ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3.^a ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970–977. <https://doi.org/10.1119/1.1374249>
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4.^a ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (10.^a ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Henderson, C., & Dancy, M. H. (2007). Barriers to the use of research-based instructional strategies: The influence of both individual and situational characteristics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 3(2), 020102. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER>.
- Israel, M., & Hay, I. (2006). *Research ethics for social scientists: Between ethical conduct and regulatory compliance*. London, UK: SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781849209779>
- Jara Chiriboga, S. P., et al. (2025). Inteligencia artificial y aprendizaje personalizado en lenguas extranjeras: Un análisis de los chatbots y los asistentes virtuales en educación. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 6(1), 882–905. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.515>
- Karim, M. R., et al. (2020). The combined impact of the flipped classroom and collaborative learning on students' learning of key marketing concepts. *International Journal of Instruction*, 13(3), 1–16.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *InterViews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (2.^a ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Lahlali, M., et al. (2024). PhET interactive simulations as an effective tool for teaching chemistry. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 9(4), 123–130.

- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1–55.
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- Maxwell, J. A. (2021). *Qualitative research design: An interactive approach* (3.^a ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A user's manual*. Prentice Hall.
- Mertens, D. M. (2019). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods* (5.^a ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30(4), 159–167. <https://doi.org/10.1152/advan.00053.2006>
- Mohafa, M., et al. (2022). Integration of interactive computer simulations in teaching and learning chemistry. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 268–278. <https://doi.org/10.3926/jotse.2682>
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9596>
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4.^a ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Piaget, J. (1970). Piaget's Theory (G. Gellerier & J. Langer, Trans.). En P. H. Mussen (Ed.), *Carmichael's Manual of Child Psychology* (3.^a ed., Vol. 1). New York, NY: Wiley
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Resnik, D. B. (2011). What is ethics in research & why is it important. National Institute of Environmental Health Sciences. <https://www.niehs.nih.gov/research/resources/bioethics/whatis/index.cfm>
- Sieber, J. E. (1992). *Planning ethically responsible research: A guide for students and internal review boards*. Newbury Park, CA: SAGE Publications.
- Theobald, E. J., et al. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476–6483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Wallace, C. S., Prather, E. E., Milsom, J. A., Johns, K., & Manne, S. (2020). Students taught by a first-time instructor using active learning teaching strategies outperform students taught

by a highly-regarded traditional instructor. arXiv preprint arXiv:2004.09684.
<https://arxiv.org/abs/2004.09684>

Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682–683. <https://doi.org/10.1126/science.1161948>

Wood, D. F. (2003). Problem based learning. *BMJ*, 326(7384), 328–330.
<https://doi.org/10.1136/bmj.326.7384.328>