

Metodologías Activas: Desarrollo de las Competencias Científicas en Estudiantes de la Media Académica

Active Methodologies: Development of Scientific Competencies in Academic Students

 Iván Darío Argüello Suárez

Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología, Panamá
ivansuarez.est@umecit.edu.pa

 Iván Darío Pérez Polo

Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología, Panamá
ivanperez.est@umecit.edu.pa

 Edgardo Javier Ramos Caballero

Corporación Universitaria Adventista, Colombia
ejramos@unac.edu.co

Cómo citar / How to cite

Ramos Caballero, E. J., Argüello Suárez, I. D., & Pérez Polo, I. D. Metodologías Activas: Desarrollo de las Competencias Científicas en Estudiantes de la Media Académica . *Unaciencia Revista De Estudios E Investigaciones*, 18(34), 4–26. <https://doi.org/10.35997/unaciencia.v18i34.841>



Resumen

Introducción: la presente investigación busca evidenciar un análisis de las competencias científicas en estudiantes de la media académica de una institución educativa del sector público ubicada en San Pedro de los milagros-Colombia y el aporte de la neuroeducación en estos estudiantes basándose en el constructivismo. **Metodología:** enfoque cuantitativo, de tipo evaluativa basada en el modelo epistémico positivista con un método hipotético-deductivo, el diseño de la investigación fue cuasi-experimental mediante la utilización de un pretest y un posttest para una muestra de 136 estudiantes. **Resultados:** en el pretest se evidencia el bajo nivel de competencias científicas por parte los estudiantes de la media académica de esta institución. Dentro de las causas encontradas a este problema tenemos el uso de pedagogía academicista con baja participación de los estudiantes, una enseñanza muy teórica, un sistema de evaluación no formativo con poco repaso y sin realimentación, y un uso muy bajo de las metodologías activas de aprendizaje. De esta manera se procede a desarrollar las clases de ciencias naturales usando las metodologías activas con la cual se obtuvieron se evidencian resultados de diferencias entre los momentos de aplicación del pretest y posttest posterior a la intervención, pero sin diferencias estadísticamente significativas. **Conclusiones:** tras la aplicación de la intervención se evidenciaron mejoras en sus competencias científicas aplicados a temas de la asignatura de ciencias naturales, lo cual determina que es importante la incorporación de una estrategia neurodidáctica basada en el uso de metodologías activas en el ámbito educativo.

Palabras clave: aprendizaje, ciencia, metodologías activas, neuroeducación, neurodidáctica. (Disponible en DeCS/MeSH)

Abstract

Introduction: this research aims to provide an analysis of scientific competencies in high school students from a public educational institution located in San Pedro de los Milagros, Colombia. Additionally, it explores the contribution of neuroeducation to these students based on constructivist principles. **Methodology:** a quantitative, evaluative approach was employed, grounded in the positivist epistemological model and a hypothetico-deductive method. The study utilized a quasi-experimental design with a pre-test and post-test, involving a sample of 136 students. **Results:** the pre-test revealed a low level of scientific competencies among the high school students in this institution. Contributing factors included traditional teaching methods with limited student participation, a highly theoretical approach to instruction, a non-formative assessment system with little review and feedback, and a low utilization of active learning methodologies. Subsequently, science classes were redesigned using active learning strategies. While the results showed differences between the pre-test and post-test scores after the intervention, these differences were not



statistically significant. **Conclusions:** following the intervention, improvements in students' scientific competencies related to natural science topics were observed. This indicates the importance of incorporating a neurodidactic strategy based on active methodologies in educational settings.

Key Words: learning, science, active methodologies, neuroeducation, neurodidactics.

1. INTRODUCCIÓN

Las **metodologías activas** han emergido como estrategias clave en el ámbito educativo para fomentar un aprendizaje significativo y participativo (Villalobos-López, 2022). En contraste con los modelos tradicionales, estas metodologías promueven la interacción, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, elementos esenciales para el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de la educación media (Suniaga Asunción, 2019). Diversos estudios han demostrado que su implementación en el aula mejora la comprensión de conceptos complejos y potencia la autonomía del estudiante en la construcción del conocimiento (Zapata & Rodríguez, 2023). En este sentido, su uso en la enseñanza de ciencias resulta crucial, ya que facilita la apropiación de herramientas científicas a través de la experimentación y el aprendizaje basado en problemas (González & Pérez, 2023). Además, la enseñanza universitaria ha demostrado que el enfoque participativo fortalece la formación científica desde etapas tempranas, consolidando una base sólida para la educación superior (López, 2005).

Por otra parte, la neurodidáctica es una disciplina que busca mejorar la enseñanza mediante el análisis de cómo funciona el cerebro. Para lograr un aprendizaje más significativo y duradero, emplea las emociones como un recurso fundamental. En los últimos años la neurodidáctica ha incorporado diferentes estrategias de aprendizajes llamadas metodologías activas (MA). Adicionalmente, (López, 2023) afirman que: estas actúan en contraposición a la enseñanza tradicional, donde el alumnado se limita a recibir, de forma pasiva, una serie de conceptos y conocimientos expuestos por el profesorado. Por consiguiente, el protagonismo en el aula pasa del profesor al alumnado, el cual debe adoptar un grado de compromiso mayor que en las clases tradicionales o clásicas, demostrando mejorías en torno a las competencias que se enseñan las diferentes materias escolares.

En suma, Vélez & Pérez, (2020) agregan; las competencias debemos comprenderlas como una habilidad para lograr adecuadamente una tarea con ciertas finalidades, conocimientos y motivaciones que son requisitos para una acción eficaz en el aula en un determinado contexto y el conjunto de saberes técnicos, metodológicos, sociales y participativos que se actualizan en una situación. Asimismo, las competencias científicas como lo afirman, Coronado & Arteta, (2015) expresan que son: "todos aquellos



conocimientos, capacidades y actitudes que le permitan al estudiante actuar e interactuar significativamente en contextos en los que se necesita producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos” (p. 134).

Por otro lado, el experto en neuropsicología infantil José Ramón Gamo, citado por García (2021), señala que: “el cerebro necesita emocionarse para aprender”. En este sentido, la neurodidáctica busca transformar la relación de los estudiantes con el proceso de enseñanza-aprendizaje, promoviendo un modelo en el que asuman un papel activo en la construcción de su conocimiento, de acuerdo con los principios del constructivismo. Para lograrlo, se enfoca en fortalecer habilidades como la atención, la motivación, las funciones ejecutivas y los procesos mentales. Caamaño (2003), agrega que la enseñanza de las ciencias de forma conceptual y no empírica hace que el estudiante pierda interés. Para capturar esa atención que se reclama en busca de la construcción de un pensamiento científico, es necesaria la aplicación de trabajos didácticos y prácticos que motiven a los estudiantes, que permitan un conocimiento vivencial, además de ayudar a comprender conceptos.

Frente a esta dinámica es pertinente el papel que juega el sistema educativo en el desarrollo de una persona y en la forma como se desenvuelve está en la sociedad. La educación está dirigida a promover un proceso formativo, tanto en lo social como en lo humano. Además, la educación requiere de docentes actualizados con virtudes, valores y enseñanzas idóneas que le permitan al estudiante formarse como un ser integral que le aporte algo bueno a su entorno. La presente investigación es una oportunidad para que la academia se involucre y actualice en los nuevos procesos educativos que ofrece el siglo XXI. Trabajar la neurodidáctica en las instituciones educativas colombianas es salir de las metodologías antiguas academicistas y conductistas e involucrarse en la nueva era educativa la cual promete más apropiación e innovación.

En síntesis, la implementación de MA en la educación media académica representa una estrategia clave para fortalecer el desarrollo de las competencias científicas en el área de las ciencias naturales. A través de estas estrategias, se busca mejorar habilidades esenciales como la lógica, el análisis, la interpretación y el razonamiento, promoviendo un aprendizaje más significativo y aplicable a diferentes contextos del conocimiento. Este enfoque no solo favorece el desempeño de los estudiantes en las asignaturas de ciencias, sino que también incide positivamente en otras áreas del currículo, consolidando así una preparación más integral para los retos académicos y profesionales futuros.

2. METODOLOGÍA

El modelo epistémico que se utiliza en la investigación es positivista trabajado desde un enfoque cuantitativo; a partir del análisis de cuestionarios (al inicio y final) y el





seguimiento del desarrollo en los procesos de enseñanza aprendizaje, ya que se utilizan estrategias de análisis estadístico para evaluar el desarrollo del proceso de aprendizaje. El método de investigación a que responde este trabajo, es el método hipotético deductivo, que siguiendo a Hernández (2010), este método permite establecer conclusiones a partir de un conjunto de elementos teóricos concretos, desde los cuales se describe una realidad específica; que, para el caso particular de la investigación, se trata de la formación de competencias científicas y fortalecimiento de la memoria a largo plazo en la población objeto de estudio. Aquí se plantean hipótesis y se busca su corroboración.

El tipo y nivel de investigación que se utiliza es evaluativa, la investigación evaluativa es una estrategia racional que, utilizando métodos objetivos y sistemáticos, busca establecer el grado de cumplimiento de las metas e investiga los factores asociados con los resultados obtenidos, sean estos. En cuanto al diseño de investigación, se trata de un estudio cuasi-experimental. Este tipo incluye el pretest y posttest con grupos de control no equivalentes, series de tiempo interrumpido y cuña escalonada, todos los participantes reciben intervención, estos diseños tienen su fortaleza que los hacen específicamente útiles en ciertos ambientes de investigación científica.

Esta investigación se realizó con los estudiantes de grado 10 y 11 de la institución educativa PIO XII de San Pedro de los milagros (Colombia); esta institución está ubicada al norte de Antioquia en un municipio de clima frío, donde su principal actividad es la ganadería y la producción de leche. El municipio es pequeño en territorio y cuenta con cinco instituciones educativas oficiales. La institución PIO XII ofrece a la población Sanpedreña la educación preescolar, primaria, bachillerato completo, jornada nocturna y sabatina. Siendo los grados 10 y 11 diurnos los protagonistas de esta investigación la cual tiene estudiantes entre 15 y 19 años de estratos 1,2 y 3 del Sisbén colombiano.

Para nuestra investigación, se utiliza la técnica de muestreo no probabilística, haciendo la selección mediante un muestreo intencional. En nuestro caso, el docente investigador construye la propuesta para los grados décimo y once, selecciona los grupos de esta manera: grupo A participará como grupo experimental, grupo B como grupo de control y grupo C no se tuvo en cuenta para ningún tipo de intervención, sino para determinar el tamaño de la población. Para el cálculo de la muestra se utiliza la ecuación matemática que relaciona cantidad de participantes, mediante la fórmula propuesta por Murray & Larry (2009).

El tamaño de la muestra se calcula de acuerdo al tamaño de la población, el nivel de confianza, la desviación estándar y el porcentaje de error. Se hará el cálculo de cuánto debe ser el tamaño de su población, con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{z^2 * \sigma^2 * N}{e^2 * (N-1) + z^2 * \sigma^2}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra.

N= Tamaño de la población, equivalente a 210 alumnos.

z= Nivel de confianza de 95%, equivalente a 1.96

σ = La desviación estándar, equivalente a 0.5

e= porcentaje de error de 5% = 0.05

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5^2 * 210}{0.05^2 * 209 + 1.96^2 * 0.5^2} = 136.006$$

El valor de la muestra es n = 136 alumnos. Este valor corresponde con los que el docente puede tener acceso. Actualmente el docente dicta en los grados 10-1, 10-2, 11-1 y 11-2, con un promedio de 35 alumnos por grupo, para un total de 140 alumnos. De los cuales se les aplicará el instrumento solo a 34 estudiantes de cada grupo y con esto se consigue evaluar un total de 136 estudiantes como nos dice la muestra.

De esta manera; a juicio del investigador se distribuyó los grupos, el experimental quedo conformado por 68 estudiantes de los grados 10-1 y 11-1, y el grupo control quedo conformado por 68 estudiantes de los grados 10-2 y 11-2.

Procedimientos para el procesamiento de la información

Análisis univariado

En el análisis descriptivo se usaron medidas descripción de tabla de frecuencia con porcentaje para variables categóricas, para graficar se usó histogramas y diagramas de cajas y bigotes para variables cuantitativas.



Análisis bivariado

Se aplicó la prueba de chi cuadrado, el cual es un método que permite probar hipótesis entre variables categóricas, para el presente estudio, se usó para mirar la homogeneidad del grupo antes de la intervención.

Hipótesis nula: no hay diferencia estadísticamente significativa entre la composición de los grupos; control y experimental distribuidos por sexo masculino y femenino por lo cual son homogéneos.

Hipótesis alterna: existe una diferencia estadísticamente significativa entre la composición de los grupos; control y experimental distribuidos por sexo masculino y femenino por lo cual son heterogéneos.

Para la comparación de grupos para muestras independientes

Para comparar un grupo experimental y un grupo control, se usó el enfoque estadístico según el tipo de datos y el diseño del estudio. Dado que los datos no presentan una distribución normal por la naturaleza de las variables categóricas y al no cumplir los supuestos, se procedió a usar la prueba de Mann-Whitney U, con nivel de significancia de $p > 0.05$ para la prueba de hipótesis.

Hipótesis nula: no existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y experimental antes y después de la aplicación de la intervención en metodologías activas con respecto al desarrollo de competencias científicas en la materia de química.

Hipótesis alterna: existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y experimental antes y después de la aplicación de la intervención en metodologías activas con respecto al desarrollo de competencias científicas en la materia de química.

3. RESULTADOS

Intervención educativa enfocada en el uso de las metodologías activas participativas

La investigación se desarrolló por fases, descritas a continuación:

Fase 1: Inicial

- **Presentación y aprobación de la propuesta ante las autoridades administrativas:** en primera instancia se realizó una reunión con el rector, coordinador académico



y cuerpo docente de la institución con el fin de presentarles la propuesta y solicitar su aprobación por escrito para la implementar modificaciones a la malla curricular y para las actividades propuestas por periodos académico.

- **Comunicación y consentimiento de la comunidad educativa:** posteriormente, se convocó a una reunión informativa dirigida a padres de familia y estudiantes de los grados decimo y undécimo. Se explico detalladamente el proyecto y sus beneficios potenciales. Se recolectaron las autorizaciones por escrito de los padres de familia para la participación de sus hijos en el proyecto.

Fase 2: Diseño

- **Diseño del cuestionario:** se diseñó un cuestionario para medir el impacto de la intervención en las competencias científicas de los estudiantes de décimo y undécimo grado. conformados por 15 preguntas tipo ICFES, evaluaron tres dimensiones de la competencia científica: indagación, explicación de fenómenos y uso comprensivo del conocimiento científico.
- **Diseño de plan de intervención:** se diseñó un plan de enseñanza que incorporó el uso de las metodologías activas para la enseñanza de temas de química, siguiendo el pensum escolar. Se diseñó un plan de enseñanza que incorporó diversas metodologías activas para la enseñanza de los temas de química, siguiendo el pensum escolar. Este plan incluyó actividades como guías neurodidácticas, simulaciones de laboratorio, gamificación, la técnica de la V de Gowin, planes alimenticios neuronales, aprendizaje basado en problemas, desafíos y proyectos. Todas estas estrategias fueron seleccionadas con el objetivo de fomentar la motivación, la concentración, el aprendizaje vivencial y el desarrollo de una memoria a largo plazo en los estudiantes.

Fase 3: Aplicación y desarrollo de la intervención

- Se aplicó un cuestionario inicial (pretest) a los estudiantes de de décimo y undécimo grado, tanto al grupo control como al experimental.
- Posteriormente, el grupo experimental recibió una intervención pedagógica de seis meses de duración, basada en metodologías activas, para la enseñanza de temas de química.
- Finalmente, se volvió a aplicar el cuestionario (postest) a ambos grupos para



evaluar el impacto de la intervención.”

Fase 4: Evaluación

- Se midió y se analizó el nivel de competencias científicas que poseen los estudiantes de grado decimo y undécimo después del desarrollo de la investigación.
- El modelo propuesto se desarrolló durante 6 meses y presenta 4 fases secuenciales para desarrollar en las clases de química: **Activación cerebral – Motivación – Uso de metodologías activas – Repaso.**

1.1. Activación cerebral

- Se implementó una actividad de calentamiento cerebral de cinco minutos al inicio de cada clase de química, correspondiente al 5% del tiempo total de clase. Esta actividad se llevó a cabo diariamente.
- Se utilizaron diversas estrategias para activar el cerebro y promover la producción de dopamina, adrenalina y serotonina antes de cada clase de química. Estas actividades, que incluían crucigramas, sopas de letras y ejercicios de coordinación, se realizaban durante cinco minutos al inicio de cada sesión.”

1.2. Motivación

- Se realizó una actividad de motivación posterior a la activación cerebral de duración de 5 minutos, el cual corresponde al 5% de la clase. Esta actividad de motivación corresponde a un estudio de caso o una actividad de análisis, donde el estudiante se incentive la curiosidad respecto al tema de estudio.

1.3. Uso de metodologías activas

- Corresponde al 80% de la clase y se hace después de la actividad motivacional.
- Tras el uso de metodologías activas se incentiva la enseñanza de la química usando la neuroeducación y constructivismo donde el estudiante tenga el papel protagónico y el docente actúe como guía. La idea es usar muy poco el tablero, salir del academicismo y conductismo y entrar en el constructivismo mediante un aprendizaje de la química por experiencias y vivencias.
- Los temas de química se desarrollaron bajo 10 aprendizajes neuro didácticos que son: *Aprendizajes basados en problemas, aprendizaje basado en experiencias, aprendizaje basado en desafíos, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje*



basado en comparación, aprendizaje basado en simulación, aprendizaje basado en auto-ejercicio, aprendizaje basado en competencias (V de Gowin), aprendizaje basado en estudios de casos y aprendizaje por aula invertida. (Ver tabla 1)

1.4. Repaso

- Esta etapa corresponde al 10% de la clase y se realiza posterior a la enseñanza de los temas de química mediante el uso de metodologías activas.
- El repaso es un paso importante para que la información quede almacenada en la memoria a largo plazo, mientras más repasamos un tema más lo recordamos con facilidad. El repaso nos ayuda a mejorar el análisis, la interpretación y la lógica lo cual es necesario para el desarrollo de competencias científicas.

Tabla 1.

Relación de las metodologías activas y las temáticas abordadas por cursos.

Curso	Periodo	Temática	Metodología Activa
Décimo	I	Conceptos atómicos	Aprendizaje basado en comparación
Décimo	I	Configuración electrónica y análisis de átomos	Aprendizaje por aula invertida
Décimo	I	Enlace químico	Aprendizaje basado en comparación
Décimo	I	Fuerzas intermoleculares	Aprendizaje basado en comparación
Décimo	I	Estados y propiedades de la materia	Aprendizaje basado en estudios de casos y por aula invertida
Décimo	II	Mezclas y métodos de separación de mezclas	Aprendizajes basados en problemas y simulación
Décimo	II	Tabla periódica	Aprendizaje basado en desafíos
Décimo	II	Funciones químicas	Aprendizaje basado en estudios de casos, basado en experiencia, por desafío, y por comparación
Décimo	III	Variables y unidades químicas	Aprendizaje por comparación y basado en experiencia
Décimo	III	Densidad y pesos moleculares	Aprendizaje basado en experiencia
Undécimo	I	Disoluciones químicas	Aprendizaje basado en experiencias, estudio de casos, comparación

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
"Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada".





Undécimo	I	Unidades de concentración de disoluciones	Aprendizaje basado en experiencias, comparación, aula invertida y por simulación
Undécimo	I	Dilución y neutralización	Aprendizaje basado en experiencia
Undécimo	I	Ph y Buffer	Aprendizaje basado en simulación, basado en experiencias, estudio de casos
Undécimo	II	Gases	Aprendizaje en comparación y basado en experiencia
Undécimo	II	Leyes de los gases	Aprendizaje en comparación, aula invertida, basado en desafíos
Undécimo	II	Ley de los gases ideales	Aprendizaje por simulación y basado en proyectos
Undécimo	II	Equilibrio químico	Aprendizaje basado en competencias (V de Gowin) y basado en auto-ejercicio
Undécimo	II	Factores que afectan el equilibrio químico y el desplazamiento de la reacción	Aprendizaje basado en auto-ejercicio y estudios de casos
Undécimo	II	Cinética química	Aprendizaje basado en competencias (V de Gowin), estudios de casos y basado en auto-ejercicio
Undécimo	III	Química Orgánica	Aprendizaje basado en competencias (V de Gowin), y basado en experiencias
Undécimo	III	Nomenclatura de compuestos orgánicos	Aprendizaje basado en desafíos y proyectos
Undécimo	III	Compuestos orgánicos derivados	Aprendizaje basado en experiencias y basado en auto-ejercicio

Características sociodemográficas de los participantes del estudio

Se evaluó un total de 136 jóvenes de los grados décimo y undécimo, distribuidos en un 50% para cada grado. Respecto al sexo el 40% corresponde al sexo masculino frente al 60% femenino. (Ver tabla 2).

Tabla 2.

Diferencia entre grupo experimental o control discriminada por grado y sexo.

<i>Grupo</i>	<i>Sexo</i>		<i>Total</i>
	<i>Masculino</i>	<i>Femenino</i>	
<i>Experimental</i>	27 (40%)	41 (60%)	68
<i>Control</i>	28 (41%)	40 (59%)	68
<i>Total</i>	55 (40%)	81 (60%)	136

El grupo experimental quedo conformado con 27 hombres y 41 mujeres para un total de 68 estudiantes de grado 10-1 y 11-1, mientras que en el grupo control hay 28 hombres y 40 mujeres para un total de 68 estudiantes de grado 10-2 y 11-2.

Se controlaron las variables confusoras y se determinó que los grupos control y experimental están emparejados en función del sexo, a través de la prueba chi cuadrado con un valor 0.031, y un nivel de $p = 0.861$. dado que el valor (p) es mayor a 0,05 aceptamos la hipótesis nula evidenciando que no hay diferencia entre la composición de los grupos por sexo por lo cual son homogéneos y por lo tanto se procede a realizar el análisis entre ambos grupos. (Ver tabla 3)

Tabla 3.

Prueba de contraste entre grupo experimental o control discriminada por sexo

Contrastes Chi-cuadrado			
	<i>Valor</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
X^2	0.031	1	0.861
<i>N</i>	136		

Estadísticos descriptivos al momento antes y después

Pretest entre grupo experimental y de control

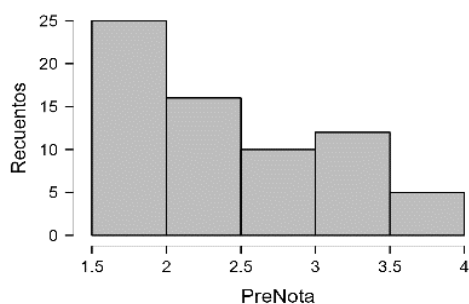
Los resultados evidencian que en las competencias científicas en el grupo experimental y el grupo control en el examen pretest se obtuvieron puntuaciones promedio de 2,48 y 2,49 respectivamente, lo que indica que un bajo nivel de desarrollo de competencias científicas. (Ver gráfico 1)



Gráfico 1.

Análisis del Pretest entre grupo experimental y de control.

Grupo experimental:



Grupo control:

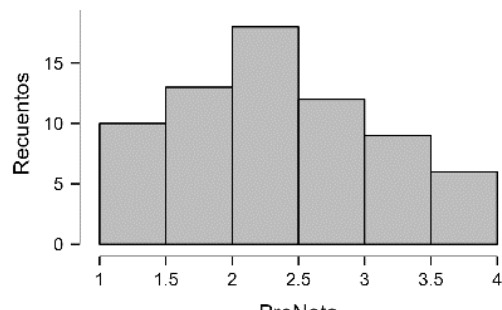
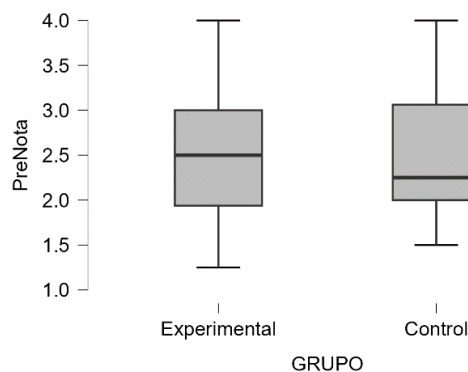


Diagrama de bigotes:



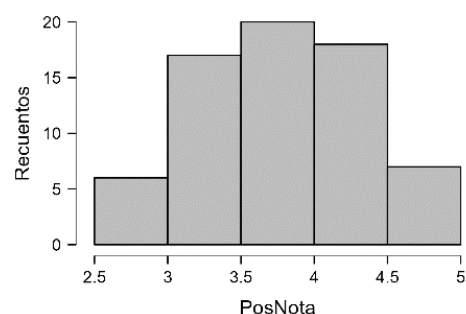
Posttest entre grupo experimental y de control

En el posttest, se observa un incremento en las notas promedio, especialmente en el grupo experimental, que pasa a 3.89 en comparación con 3.12 del grupo control. Las desviaciones estándar son más bajas (0.54 y 0.59, comparativamente), indicando menor dispersión en las evaluaciones. Las notas mínimas suben a 2.75 y 1.75, y las máximas llegan a 5.0 y 4.75 para los grupos experimental y control, respectivamente. Los rangos también muestran ligeras variaciones: 2.25 (experimental) y 3.0 (control). Se evidencia una mejora notable en el desempeño del grupo experimental. (Ver gráfico 2)

Gráfico 2.

Análisis del Postest entre grupo experimental y de control.

Grupo experimental:



Grupo control:

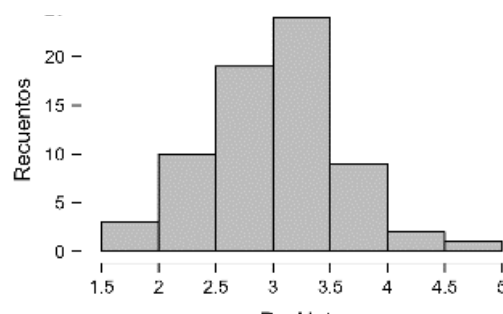
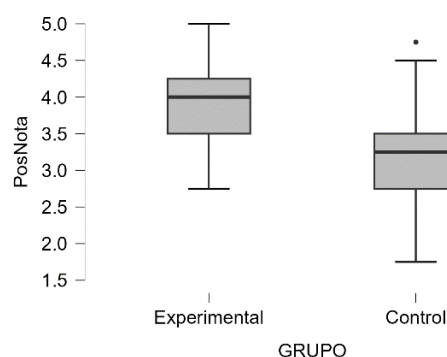


Diagrama de bigotes:



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
"Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada".



Estadísticos descriptivos por grupo experimental y control

Se observa un incremento en ambas condiciones después de la intervención, con un mayor aumento en el grupo experimental (de 2.48 a 3.89) en comparación con el grupo control (de 2.49 a 3.12). Esto sugiere una mejora más pronunciada en el grupo experimental. La variabilidad de las notas disminuye en ambos grupos en el posttest, pero más en el grupo experimental (de 0.71 a 0.54), lo que indica mayor homogeneidad en las calificaciones tras la intervención. En el grupo experimental, la nota mínima aumenta significativamente de 1,25 a 2,75, mientras que en el grupo control el incremento es menor (de 1,50 a 1,75). Las notas máximas también mejoran en ambos grupos, pero con un aumento mayor en el grupo experimental (de 4.00 a 5.00) en comparación con el control (de 4.00 a 4.75). Se reduce en el grupo experimental (de 2.75 a 2.25), lo que indica menor dispersión en las calificaciones. En contraste, en el grupo control el rango aumenta (de 2.50 a 3.00), sugiriendo mayor variabilidad en las notas. En general los datos reflejan una mejora en el rendimiento de

ambos grupos tras la intervención, con un impacto más favorable en el grupo experimental, evidenciado por un mayor aumento en la nota promedio y una menor dispersión en las calificaciones. Esto sugiere que la intervención aplicada al grupo experimental tuvo mejores resultados en el desempeño. (Ver tabla 4)

Debido a que las variables pretest y posttest para ambos grupos no cumplen con los criterios de normalidad y homogeneidad de varianzas (homocedasticidad), se decide correr a análisis no paramétricos.

Tabla 4.

Estadísticos descriptivos discriminados por grupo control y experimental antes y después

Instrumento	Pretest		Posttest	
	Experimental	Control	Experimental	Control
Nota promedio	2.48	2.49	3.89	3.12
Desviación estándar	0.71	0.69	0.54	0.59
Nota mínima	1.25	1.50	2.75	1.75
Nota máxima	4.00	4.00	5.00	4.75
Rango entre la nota mínima y máxima	2.75	2.50	2.25	3.00

Análisis no paramétrico del pretest (Muestras independientes)

En este caso se opta por hacer el análisis usando la prueba de la U de Mann-Whitney, también denominada prueba de la suma de rangos de Wilcoxon. Según lo señalado por Ramírez y Polack (2020), esta técnica estadística se emplea cuando nuestros datos no cumplen los supuestos requisitos para ser evaluados a través de una prueba paramétrica. Esta prueba se utiliza para comparar dos medianas o medias muestrales que provienen de la misma población, así como para probar si dos medias muestrales son iguales o no.

Para determinar si la diferencia entre las medianas es estadísticamente significativa, se compara el valor p con el nivel de significación. p con el nivel de significación de $< 0,05$. En este caso como el valor (p) dio mayor al nivel de significación podemos decir que, tanto el grupo control como el experimental al momento inicial de la intervención son homogéneos, dado que los datos sugieren que antes de la intervención, ambos grupos partían de un nivel similar. (Ver tabla 5 y gráfico 3)



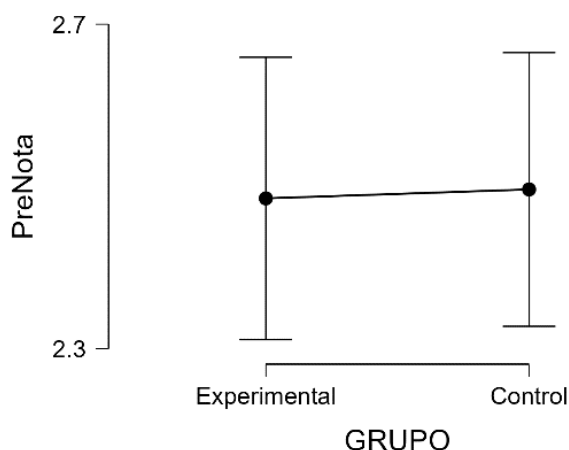
Tabla 5.

Contraste T de los resultados pretest entre el grupo experimental y de control.

Contraste T para Muestras Independientes			
	W	gl	p
Pretest	2.295.000	-	0.942

Gráfico 3.

Diferencia de medias entre el pretest entre el grupo experimental y de control.



Análisis no paramétrico del posttest (Muestras independientes)

Para el contraste de Mann-Whitney, la magnitud del efecto viene dada por la correlación biserial de rangos. Cuando se calcula una correlación punto-biserial, se obtiene obtenemos el mismo valor p que cuando calculamos una prueba t para muestras independientes para los mismos datos. Por lo tanto, tanto si comprobamos una hipótesis de correlación con la correlación punto-biserial, como si comprobamos una hipótesis de diferencia con la prueba t, obtendremos el mismo valor p.

En la tabla 6, se observa que el valor de p es superior a 0.05, lo que indica que no se alcanzó el nivel de significación estadística del 5 %. Esto sugiere que no existen diferencias significativas en el posttest entre el grupo control y el grupo experimental. Por lo cual se acepta la hipótesis nula; y se concluye que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y experimental antes y después de la aplicación de la intervención en metodologías activas con respecto al desarrollo de competencias científicas en la materia

de química.

Por otro lado, el gráfico 3, nos muestra las diferencias entre las medianas del postest para el grupo experimental y el de control, sin embargo, en estos se muestran mejores valores en el grupo experimental que el control en cuestiones de calificaciones, indicando que la neurodidáctica es más influyente en el aprendizaje que las técnicas academicistas de enseñanzas.

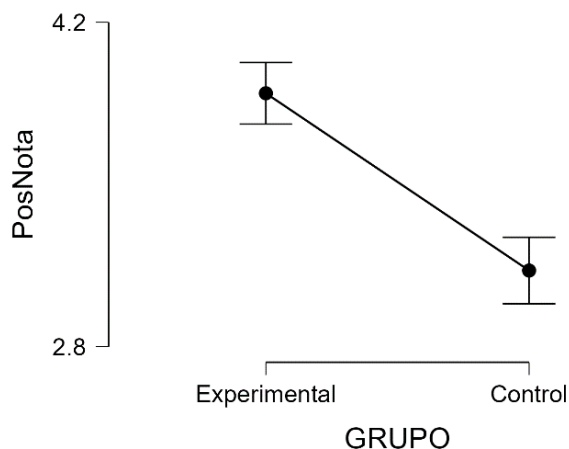
Tabla 6.

Contraste t de los resultados postest entre el grupo experimental y de control

Contraste t para Muestras Independientes						
	<i>W</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>Correlación de Rango Biserial</i>	<i>de ET</i>	<i>Correlación de Rango Biserial</i>
Postest	3.830.000	-	<0.01	0.657 tamaño del efecto		0.099

Gráfico 4.

Diferencia de medias en el postest entre grupo experimental y de control.



Análisis de las diferencias porcentuales

Se destaca las diferencias en el desempeño entre los momentos de la prueba previa y posterior en tres competencias científicas: explicación de fenómenos, indagación y uso



integral del conocimiento científico. Asimismo, los resultados evidencian una mejora de las tres competencias evaluadas entre el pretest y el posttest intragrupo e intergrupalo. La competencia que reporta mayores mejoras en el grupo experimental fue el uso comprensivo del conocimiento. (Ver tabla 7)

Tabla 7.

Diferencia porcentual por competencia científica.

Competencia Científica	Tipo de Grupo	Momento	Acertaron (%)	No Acertaron (%)	Diferencia (%)
Explicación de fenómenos	Control	Pretest	52.06	47.94	4.12
		Posttest	65.29	34.71	30.58
	Experimental	Pretest	52.35	47.65	4.7
		Posttest	72.35	27.65	44.7
Indagación	Control	Pretest	52.35	47.65	4.7
		Posttest	66.18	33.82	32.36
	Experimental	Pretest	50.29	49.71	0.58
		Posttest	71.18	28.82	42.36
Uso comprensivo del conocimiento	Control	Pretest	48.82	51.18	-2.36
		Posttest	67.94	32.06	35.88
	Experimental	Pretest	52.35	47.65	4.7
		Posttest	83.53	16.47	67.06

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
"Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada".



Mejoramiento de competencias científicas Pretest y Posttest

Los resultados nos muestran que los estudiantes que trabajaron el uso de metodologías activas en clases incrementaron sus competencias científicas en un 28.2%, es un valor mayor en comparación con el grupo control que solo tuvieron un incremento de 12.6%. (Ver tabla 8)

Tabla 8.

Porcentaje de mejoramiento en torno a competencias científicas.

Competencias científicas	Grupo experimental	Grupo control
Nota Pretest	2.48	2.49
Porcentaje de competencias científicas (Pretest)	49.6%	49.8%
Nota Posttest	3.89	3.12

Porcentaje de competencias científicas (Postest)	77.8%	62.4%
Incremento en nota	1.41	0.63
Incremento de las competencias científicas	28.2%	12.6%

4. DISCUSIÓN

La presente investigación busca evidenciar el desarrollo de las competencias científicas en estudiantes de la media académica de una institución educativa del sector público ubicada en San Pedro de los milagros-Colombia y el aporte de la neuroeducación en estos estudiantes basándose en el constructivismo, tras la aplicación de metodologías activas. Estos hallazgos están alineados con investigaciones previas que enfatizan cómo el aprendizaje basado en la experiencia y la participación activa del estudiante favorecen la consolidación de conocimientos y habilidades científicas (Hmelo-Silver, 2019; Prince, 2020).

El uso de estas metodologías en el desarrollo de competencias en la educación media en Colombia es un tema emergente. Así mismo se destaca el papel de la neuroeducación en la optimización del aprendizaje. Sin embargo, la falta de capacitación docente en estas metodologías sigue siendo un desafío, lo que coincide con la literatura que indica que la formación profesional continua es clave para la integración exitosa de estos enfoques en el aula (Ertmer & Simons, 2021).

Los resultados obtenidos apoyan la hipótesis de partida del estudio sosteniendo que el uso de metodologías activas desarrolla efectivamente competencias científicas en estudiantes de educación media principalmente la competencia del uso integral de conocimiento científico, precedido de la explicación de fenómenos y la indagación. Estudios recientes han señalado que la implementación de estrategias como el aprendizaje basado en la indagación y el aula invertida tiene un impacto positivo en la formación científica de los estudiantes al fomentar la exploración, el razonamiento crítico y la formulación de hipótesis (Cárdenas & Salazar, 2022).

En un primer momento que consistió en la aplicación del pretest, tanto el grupo control como el experimental estaban conformados por el mismo número de participantes, sin diferencias significativas en su distribución por sexo ni en los resultados obtenidos. Esta homogeneidad entre los grupos es fundamental, ya que permite garantizar una mayor rigurosidad en los resultados, al minimizar la influencia de variables externas y asegurar que los efectos observados sean atribuibles exclusivamente a la intervención aplicada. Datos similares evidenciados por (Ciliberti & Galagovsky, 1999), donde reportan que la relevancia de contar con grupos homogéneos en investigaciones educativas garantiza que las diferencias



observadas se deban a la intervención aplicada y no a variables externas. Por otro lado, (Gordillo & López-Fernández, 2024); consideran que es importante la homogeneidad en los grupos experimentales y de control para atribuir con precisión los efectos observados a las metodologías implementadas. Finalmente, (Lagubeau, Tecpan & Hernández, 2019); ratifican que homogeneidad en los grupos de estudio, incluyendo una distribución equitativa por sexo, es esencial para minimizar variables confusoras y asegurar que los resultados reflejen verdaderamente el impacto de las intervenciones educativas aplicadas.

Un segundo momento los resultados nos muestran que los estudiantes que trabajaron el uso de metodologías activas en clases incrementaron sus competencias científicas en un 28.2%, es un valor mayor en comparación con el grupo control que solo tuvieron un incremento de 12.6%, mostrando diferencias estadísticamente significativas. Datos similares reportados por (Muñoz Martínez, 2021). Los resultados mostraron que el grupo experimental mejoró su rendimiento en ciencias en un 13,07%, mientras que el grupo control solo presentó una mejora del 4%. (Ng & Karjanto, 2023). señalaron al comparar el rendimiento académico de estudiantes que participaron en actividades de aprendizaje activo con aquellos que recibieron enseñanza tradicional, con resultados similares a los reportados en este estudio. Sin embargo, es importante resaltar que (Bilbao-Aiastui, 2021) obtuvieron resultados contrarios al término de la intervención apoyada en TIC no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento académico, aunque el grupo experimental mostró mejoras en la participación activa y la motivación.

Un tercer momento importante se observa mejoras en el grupo control Finalmente, la leve mejora en el grupo control se debe probablemente a una mejor documentación de los estudiantes tras pasar el proceso evaluativo por segunda vez. Un estudio relevante en este contexto es el de (Ives, 2014) indican que la exposición repetida a evaluaciones similares puede influir en el rendimiento de los estudiantes, independientemente de intervenciones pedagógicas específicas.

En síntesis, la presente investigación aporta evidencia sobre el impacto positivo de las metodologías activas y la neuroeducación en el desarrollo de competencias científicas en educación media. Si bien existen desafíos en su implementación, los beneficios superan las barreras iniciales, reafirmando la necesidad de continuar investigando y promoviendo enfoques pedagógicos innovadores en el contexto educativo colombiano.



5. CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio permiten concluir que, tras la intervención mediante prácticas de campo durante un semestre, los estudiantes mejoraron sus competencias científicas en la materia de química. Estos resultados subrayan la importancia de incorporar estrategias neurodidácticas basadas en metodologías activas dentro del ámbito educativo, dado su impacto positivo en el aprendizaje.

En particular, los estudiantes que participaron en clases utilizando esta estrategia evidenciaron un incremento notable en sus competencias científicas, con una diferencia del 15.6 % en comparación con aquellos que no emplearon estas metodologías. Sin embargo, no se evidencia que esa diferencia fuese estadísticamente significativa. Esto sugiere que el uso de metodologías activas y aprendizajes vivenciales facilita el desarrollo de habilidades científicas y fortalece el proceso de enseñanza aprendizaje.

También se puede afirmar que la enseñanza basada en la corriente pedagógica constructivista, en la cual el estudiante construye su propio conocimiento con el acompañamiento del docente, favorece un mejor desempeño académico en comparación con el enfoque academicista. Mientras que el constructivismo promueve un aprendizaje activo y significativo, el academicismo se basa en la transmisión unidireccional del conocimiento, limitando la participación y autonomía del estudiante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bilbao-Aiastui, E. (2021). Desarrollo de la competencia científica mediante el aprendizaje basado en proyectos y TIC en Educación Primaria. *Revista de Educación y Tecnología*, 36(1), 45-67. <https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/download/33177/pdf/88193>
- Caamaño, A. (2003). "Los trabajos prácticos en ciencias". En: Jiménez-Aleixandre, M.P. (coord.). *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: Editorial Graó.
- Cárdenas, J., & Salazar, P. (2022). El aprendizaje basado en la indagación en la educación media colombiana: Un enfoque hacia la formación científica. *Revista Colombiana de Educación*, 84(2), 45-67. <https://doi.org/10.17227/rce.num86-12232>
- Ciliberti, N., & Galagovsky, L. R. (1999). *Las redes conceptuales como instrumento para evaluar el nivel de aprendizaje conceptual de los alumnos: Un ejemplo para el tema de dinámica*. *Revista de Enseñanza de la Física*, 11(1), 45-57. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9525329.pdf>



- Coronado Borja, Milfred E, & Arteta Vargas, Judith. (2015). Competencias científicas que propician los docentes de Ciencias naturales. *Zona Próxima*, (23), 131-144. <https://doi.org/10.14482/zp.22.5832>
- Ertmer, P. A., & Simons, K. D. (2021). Preparing teachers for active learning methodologies: A professional development approach. *Teaching and Teacher Education*, 98, 103256. <https://doi.org/10.20952/revtee.v14i33.16911>
- García, A. (2021) El espacio educativo como elemento influyente en las emociones relacionadas en la formación: una propuesta de acción para los actores pedagógicos [Tesina no publicada]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, M., & Pérez, L. (2023). Metodologías activas en educación superior: Un estudio en una universidad privada de México. *Educación y Sociedad*, 44(160), 15-30. <https://epsir.net/index.php/epsir/article/download/631/326/4778>
- Gordillo, A., & López-Fernández, D. (2024). *Are educational escape rooms more effective than traditional lectures for teaching software engineering? A randomized controlled trial*. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(3), 1-18. <https://arxiv.org/abs/2407.12355>
- Hernández, S. R; Fernández, C. C y Baptista, L. P. (2010). Metodología de la Investigación. Quinta edición. Mc Graw Hill. México. 613 p
- Hmelo-Silver, C. E. (2019). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 31(2), 235-252. <https://docdrop.org/static/drop-pdf/Hmelo-Silver2004-ZZaX8.pdf>
- Ives, J. (2014). *Medición del aprendizaje a partir de exámenes grupales colaborativos de dos etapas*. *arXiv preprint arXiv:1407.6442*. <https://arxiv.org/abs/1407.6442>
- Lagubeau, G., Tecpan, S., & Hernández, C. (2019). *Active learning reduces academic risk of students with non-formal reasoning skills: Evidence from an introductory physics massive course in a Chilean public university*. *Journal of Physics Education Research*, 36(1), 75-89. <https://arxiv.org/abs/1909.01235>
- López, F. (2005). Metodologías participativas en la enseñanza universitaria. Madrid: Narcea. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Metodolog%C3%ADa_activa
- López, M. R. (2023). Metodologias ativas no ensino de música no ensino fundamental: aprendizagem baseada em jogos com boomwhackers. *Educ. Form.*, 8, e11203. <https://doi.org/10.25053/redufor.v8.e11203>
- Muñoz Martínez, J. I., et al. (2021). El desarrollo de competencias científicas a través de



una línea de saberes en educación secundaria. *Revista Educación y Ciencia*, 24(2), 35-52. <https://www.redalyc.org/journal/920/92073956004/html>

Murray R. Spiegel y Larry J. Stephens. (2009). *Estadística. 4ta edición*. Mc Graw-Hill. México, D.F.

Ng, P. K., & Karjanto, N. (2023). Enhancing academic performance: The impact of active learning in mathematical economics. *Journal of Educational Research and Practice*, 17(2), 112-134. <https://arxiv.org/abs/2311.12837>

Paula Vélez, Y y Piedrahita Pérez, B. (2020). Perfil de competencias científicas en docentes a través del aprendizaje basado en proyectos. Corporación Universidad de la Costa. <https://hdl.handle.net/11323/7721>

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231. https://engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1smSpn4AiHSh8z7a0MHDBwhb_JhcoLQml/2004-Prince_AL.pdf

Quintanilla, M., Joglar, C., Jara, R., Camacho, J., Ravanal, L., Labarrer, A.,...Chamizo, J. (2010). Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio?. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (2), 185–198. <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/199612>

Ramírez Ríos, A., & Polack Peña, AM (2020). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de la Ciencia*, 10 (19), 191-208. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.19.597>

Suniaga Asunción. (2019). Metodologías activas: Herramientas para el empoderamiento docente. *Revista Docentes 2.0*, 7(1). <https://doi.org/10.37843/rted.v7i1.27>

Villalobos-López, J. A. (2022). Metodologías activas de aprendizaje y la ética educativa. *Revista Docentes 2.0*, 13(2), 47–58. <https://doi.org/10.37843/rted.v13i2.316>

Zapata, W., & Rodríguez, J. (2023). Metodologías activas para impulsar el proceso enseñanza-aprendizaje: Otros horizontes, otros desafíos. *Revista Científica*, 43(1), 2433-2454. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9589735.pdf>

