

Impacto de la planeación neurodidáctica en Ingeniería de Sistemas: mejora de actitudes hacia la física

Kelly Johana Infante Beltrán¹

Cómo citar este artículo / To reference this article / Para citar este artículo. Infante-Beltrán, K. J. (2024). Impacto de la planeación neurodidáctica en Ingeniería de Sistemas: mejora de actitudes hacia la física. *Revista UNIMAR*, 42(2), 206-223. <https://doi.org/10.31948/ru.v42i2.4293>



Fecha de recepción: 17 de julio de 2024

Fecha de revisión: 18 de agosto de 2024

Fecha de aprobación: 8 de octubre de 2024

Resumen

El objetivo del estudio consistió en analizar los factores que influyen en el bajo rendimiento académico de los estudiantes de tercer semestre de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de Cundinamarca en conceptos de física. La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto y diseño cuasiexperimental. Para la recolección de información, se utilizaron cuestionarios de escala Likert para medir actitudes hacia la física, abarcando tres componentes: enseñanza, interacción y características. La metodología se estructuró en cuatro fases: diagnóstico inicial, mediante un pretest; implementación de la planeación neurodidáctica en el grupo experimental; evaluación postest de las actitudes, y análisis comparativo de los grupos. Se trabajó con 76 estudiantes, organizados en dos grupos: experimental y control. A través de la aplicación de los instrumentos, se logró identificar en los estudiantes altos niveles de desmotivación, baja autoestima y dificultades en la comprensión de conceptos. Además, se compararon los datos, a fin de detectar patrones en los estudiantes con bajo rendimiento. El análisis de la información permitió formular la siguiente hipótesis: la implementación de una planeación neurodidáctica mejora significativamente las actitudes y la comprensión de los estudiantes hacia conceptos de la física, como oscilaciones y ondas mecánicas. Los resultados señalaron una mejora significativa en las dimensiones afectiva, cognitiva y conductual de los estudiantes, por ende, demostraron mayor disposición hacia la física. Finalmente, la planeación neurodidáctica generó mejoras significativas en las actitudes de los estudiantes hacia la física, especialmente en los componentes de características, interacciones y enseñanza.

Palabras clave: neuroeducación; neurodidáctica; actitudes estudiantiles; enseñanza de la física; educación superior



Artículo resultado de la investigación titulada: Actitudes y planeación neurodidáctica: enseñanza de oscilaciones y ondas mecánicas en Ingeniería de Sistemas y Computación, desarrollada desde el 5 de febrero de 2021 hasta el 24 de noviembre de 2023, en el departamento de Cundinamarca, Colombia.

¹ Doctoranda en Educación e Innovación, UIIX México. Docente investigadora, Universidad de Cundinamarca; integrante del grupo de investigación INGENIUM SUTA, Fusagasugá, Cundinamarca, Colombia. Correo electrónico: kinfante@ucundinamarca.edu.co 

Impact of neurodidactic planning in Systems Engineering: improving attitudes towards physics

Abstract

To analyze the factors that influence the low academic performance of third semester students of Systems and Computer Engineering of the Universidad de Cundinamarca in physics concepts. The research was developed under a mixed approach and quasi-experimental design. For the collection of information, Likert scale questionnaires were used to measure attitudes towards physics, covering three components: teaching, interaction and characteristics. The methodology was structured in four phases: initial diagnosis through a pretest; implementation of the neurodidactic plan in the experimental group; posttest evaluation of attitudes; and comparative analysis of the groups. We worked with 76 students, organized in two groups: experimental and control. Through the application of the instruments it was possible to identify high levels of demotivation, low self-esteem and difficulties in understanding concepts. In addition, the data were compared to identify patterns in those with low performance. The analysis of the information allowed us to formulate the following hypothesis: the implementation of neurodidactic planning significantly improves students' attitudes and understanding of physics concepts such as oscillations and mechanical waves. The results show a significant improvement in the affective, cognitive and behavioral dimensions of the students; therefore, they show a greater disposition towards physics. Neurodidactic planning generated significant improvements in students' attitudes towards physics, especially in the components of characteristics, interactions and teaching.

Keywords: neuroeducation; neurodidactics; student attitudes; physics education; higher education

Impacto do planejamento neurodidático na Engenharia de Sistemas: melhoria das atitudes em relação à física

Resumo

Analisar os fatores que influenciam o baixo desempenho acadêmico dos alunos do terceiro semestre de Engenharia de Sistemas e Computação da Universidad de Cundinamarca em conceitos de física. A pesquisa foi desenvolvida sob um enfoque misto e um desenho quase experimental. Para a coleta de informações, foram utilizados questionários em escala Likert para medir as atitudes em relação à física, abrangendo três componentes: ensino, interação e características. A metodologia foi estruturada em quatro fases: diagnóstico inicial por meio de um pré-teste; implementação do plano neurodidático no grupo experimental; avaliação pós-teste das atitudes; e análise comparativa dos grupos. Trabalhamos com 76 alunos, organizados em dois grupos:

experimental e controle. Com a aplicação dos instrumentos, foi possível identificar altos níveis de desmotivação, baixa autoestima e dificuldades na compreensão de conceitos. Além disso, os dados foram comparados para identificar padrões naqueles com baixo desempenho. A análise das informações nos permitiu formular a seguinte hipótese: a implementação do planejamento neurodidático melhora significativamente as atitudes dos alunos e a compreensão dos conceitos de física, como oscilações e ondas mecânicas. Os resultados mostram uma melhora significativa nas dimensões afetiva, cognitiva e comportamental dos alunos; portanto, eles demonstram uma maior disposição em relação à física. O planejamento neurodidático gerou melhorias significativas nas atitudes dos alunos em relação à física, especialmente nos componentes de características, interações e ensino.

Palavras-chave: neuroeducação; neurodidatas; atitudes dos alunos; ensino de física; ensino superior

Introducción

La enseñanza de la física en la educación superior enfrenta dificultades continuas, especialmente en conceptos importantes como oscilaciones y ondas mecánicas. En la Universidad de Cundinamarca, los estudiantes han mostrado falta de motivación, bajo rendimiento académico y actitudes desfavorables hacia las clases, lo que refleja una desconexión entre métodos pedagógicos y emociones (Saquicela Richards, 2022). La integración de la neurociencia en la educación ha generado un creciente interés entre investigadores y docentes, a fin de cerrar las brechas entre el conocimiento científico y su aplicación pedagógica (Calzadilla, 2017; Díaz-Cabriales, 2021; Figueroa Molina et al., 2021). Asimismo, cabe señalar que las técnicas neurocientíficas permiten entender el funcionamiento cerebral y desarrollar estrategias innovadoras centradas en el aprendizaje significativo. Por ejemplo, los estilos de aprendizaje son fundamentales para que los estudiantes se apropien de la información (Codina et al., 2022; Sánchez Tallabas et al., 2023).

Por otra parte, el uso de plataformas tecnológicas ha adquirido importancia, especialmente durante y después de la pandemia, ya que facilitan nuevas metodologías de enseñanza, que incrementan la motivación y participación estudiantil. Estudios recientes han destacado su impacto en la

efectividad del aprendizaje, evidenciando que la adaptación a tecnologías educativas puede mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje (Rodríguez et al., 2023).

Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación es evaluar el impacto de las estrategias neurodidácticas en la educación superior, específicamente en la enseñanza de la física. Se busca mejorar las actitudes de los estudiantes durante su aprendizaje hacia conceptos complejos y reducir la distancia entre los avances neurocientíficos y su implementación en la práctica educativa, promoviendo un ambiente inclusivo (Figueroa Molina et al., 2021; Saquicela Richards, 2022). Para ello, se optó por una metodología mixta que integró enfoques cualitativos y cuantitativos, con un diseño experimental en dos grupos (control y experimental) y recolección de opiniones a través de entrevistas y grupos focales (Muchiut et al., 2024; Díaz-Cabriales, 2021; Sánchez Tallabas et al., 2023).

Este enfoque justifica una comprensión detallada de los fenómenos estudiados y permite la triangulación de datos cualitativos y cuantitativos para validar la información (Codina et al., 2022; Pérez Marrero, 2023). La elección de la neurodidáctica como herramienta de enseñanza se fundamenta en investigaciones que han demostrado su eficacia en la mejora del aprendizaje académico y las habilidades

emocionales de los estudiantes (Briones Cedeño y Benavides Bailón, 2021; Pérez Marrero, 2023).

Asimismo, estudios recientes destacan la importancia de las tecnologías educativas y la integración de la neurodidáctica en la formación docente (Ibáñez-Cubillas, 2022; Saquicela Richards, 2022). Este enfoque enfatiza la relevancia de las actitudes en el aprendizaje y propone estructuras de evaluación alineadas con los principios neurodidácticos (Calatayud Salom, 2018), lo que permite una evaluación más detallada, inclusiva y personalizada.

En este contexto, se busca analizar cómo las estrategias neurodidácticas potencian la enseñanza inclusiva y mejoran las funciones ejecutivas en los adolescentes, además de fomentar una cultura de autorregulación emocional y aprendizaje autónomo (Intriago Plaza et al., 2022; Sánchez Tallabas et al., 2023). De esta manera, la investigación contribuirá a la construcción de una base empírica sólida que sustente futuras innovaciones pedagógicas en el campo de la educación superior.

Metodología

Esta investigación se llevó a cabo mediante un diseño cuasiexperimental. Se desarrolló en dos fases, pretest y postest, para dos grupos: control y experimental. El objetivo fue evaluar el impacto de la intervención neurodidáctica en las actitudes y en la comprensión de conceptos específicos de física, como oscilaciones y ondas mecánicas, en los estudiantes de tercer semestre de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá.

La población del estudio estuvo conformada por estudiantes matriculados en tercer semestre. Estos estudiantes se organizaron en dos grupos: experimental, conformado por 40 estudiantes que recibieron intervención neurodidáctica, y control, formado por 36 estudiantes que mantuvieron el método de enseñanza tradicional.

Para la recolección de información, se utilizaron cuestionarios tipo Likert en las fases de pretest y postest, con el fin de medir las actitudes de los

estudiantes hacia la física. Estos cuestionarios incluyeron ítems diseñados y adaptados del test original de actitudes de Vásquez y Manassero (1995), mediante el cual se evaluaron los componentes de características, interacciones y enseñanza, así como las dimensiones conductual, cognitiva y afectiva de las actitudes. Además, se llevaron a cabo observaciones directas durante la implementación de la planeación neurodidáctica, a partir de lo cual se registró el comportamiento, la participación y el nivel de atención de los estudiantes. En consecuencia, se realizó un análisis de cada una de las actividades para identificar cómo se fortalecieron las dimensiones evaluadas.

El análisis de datos se llevó a cabo mediante técnicas cuantitativas y cualitativas. Los datos cuantitativos fueron analizados mediante estadística descriptiva y la prueba t de Student, con el fin de comparar las diferencias entre el pretest y el postest en ambos grupos. Los datos cualitativos se analizaron con codificación temática en el software Atlas.ti, lo que permitió identificar patrones recurrentes relacionados con las actitudes y la comprensión de los estudiantes.

Para complementar el análisis, se elaboró un esquema donde se sintetizó el proceso investigativo, permitiendo una triangulación y relación entre los componentes, dimensiones y los resultados esperados de aprendizaje (REA) asociados a cada una de las actividades realizadas en la intervención neurodidáctica.

Es importante destacar que la planeación neurodidáctica es flexible y permite establecer tiempos, actividades y elementos sorpresa, lo que enriquece la experiencia de aprendizaje al contextualizarlo en situaciones reales. Este enfoque se basa en los principios de la neurodidáctica, que enfatizan la conexión entre la teoría y la práctica, promoviendo un aprendizaje significativo.

Resultados

El análisis estadístico e inferencial de los datos se realizó en el programa SPSS, con un Alfa de Cronbach de 0,74. Esto indica que las preguntas

evaluadas en el pretest presentan un equilibrio interno y que todas miden una misma variable o dimensión de manera coherente. Adicionalmente, se verificaron los resultados de cada componente y cada grupo, para posteriormente realizar un comparativo y verificar si la implementación de la planeación neurodidáctica permitió obtener mejoras significativas en las actitudes de los estudiantes.

La neurodidáctica es un enfoque educativo que integra principios de la neurociencia con prácticas pedagógicas para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este enfoque busca comprender cómo aprenden los estudiantes a nivel cerebral y utilizar esta información para diseñar estrategias educativas más efectivas que se adapten a sus necesidades (Briones Cedeño y Benavides Bailón, 2021; Figueroa Molina et al., 2021). Respecto a los datos obtenidos en el análisis general del pretest para el grupo experimental, el 77,5 % de los estudiantes mostró actitudes favorables hacia la física, mientras que el 22,5 % presentó actitudes desfavorables. Estos resultados indican que, en su mayoría, las actitudes son favorables. Sin embargo, es necesario evaluar cada componente para determinar en cuáles se presentan mayores dificultades y así verificar si la implementación de estrategias basadas en neurociencia produce cambios significativos en las actitudes.

Para el componente de características, los resultados señalan que el 75,5 % de los estudiantes está de acuerdo con sus habilidades en contextos de la física; no obstante, el 7,5 % muestra total desacuerdo, y el 17,5 % está en desacuerdo con estas habilidades. Por lo tanto, es necesario identificar los factores que influyen en este porcentaje de estudiantes.

En cuanto al componente de interacciones, las actitudes de los estudiantes muestran el 27,5 % de favorabilidad, el 67,5 % de acuerdo y el 75,5 % de total favorabilidad hacia las interacciones sociales en contextos de enseñanza de la física.

Para el componente de enseñanza, que evaluó la calidad y eficacia de la enseñanza de la física, se observan porcentajes importantes: el 37,5 % está en desacuerdo y, la mayoría, el 62,5 % está de acuerdo con dichas estrategias. Es importante recordar que estos datos corresponden inicialmente al pretest del grupo experimental.

Posteriormente, se realizó el análisis cualitativo de las dimensiones evaluadas para cada actividad programada en la planeación neurodidáctica; luego se compararon los resultados con los datos porcentuales en cada componente con los estudiantes del grupo control. Después de revisar los datos del pretest, se lograron establecer algunos indicadores, que brindaron las herramientas necesarias para seleccionar las actividades más apropiadas de acuerdo con el objetivo de la investigación, en este caso, mejorar las actitudes y verificar el impacto posterior a la implementación de la planeación neurodidáctica en el aula.

Además, se tuvo en cuenta el Modelo educativo digital transmoderno (MEDIT) de la Universidad de Cundinamarca, en el cual se plantean resultados esperados de aprendizaje (REA) en cada asignatura para programas resignificados. En el caso particular de Ingeniería de Sistemas y Computación de Fusagasugá, se implementaron 3 específicos y uno general. A continuación, se describirán algunas de las actividades realizadas, y se presentará un cuadro de análisis de cada dimensión actitudinal, donde se reflexionará sobre cada uno de los REA; también se describen algunas de las opiniones de los estudiantes frente a cada actividad.

Inicialmente, se consideró el REA general, que estableció resolver fenómenos ondulatorios aplicados a la ingeniería a partir de la ecuación de onda (ver Tabla 1).

Tabla 1

Resultados de las actividades por componente y dimensión (REA I)

REA específico I: reconocer las características del movimiento oscilatorio a partir del péndulo simple en el laboratorio.			
Actividad	Componentes de actitudes hacia la física	Opiniones de los estudiantes	Dimensiones de las actitudes
Sesiones en la biblioteca de la universidad	Componente de característica: la biblioteca proporcionó acceso a una amplia variedad de información, lo que generó confianza en su validez y precisión. Esto fue útil para utilizar adecuadamente los recursos disponibles	Estudiante 1: «La actividad en la biblioteca fue una manera efectiva de adquirir nuevos conocimientos de forma didáctica, logrando aprender más rápido y reteniendo mejor la información»	Afectiva: despertó interés y curiosidad, generando emociones positivas y motivación por el aprendizaje
	Componente de enseñanza: el interés en los temas motivó a los estudiantes a buscar más información. La capacidad de encontrar información relevante en la biblioteca fue indispensable	Estudiante 2: «Fue entretenido, me retó y me distrajo. Me ayudó con la memoria al analizar la información, y me desafié a mí mismo para comprender el tema»	Cognitiva: estimuló el pensamiento crítico y el análisis de información, mejorando las habilidades cognitivas y el conocimiento del tema
	Componente de interacción: ayudó a los estudiantes a evaluar y seleccionar la información más relevante. Sin embargo, algunos se confundieron con libros muy complejos sobre oscilaciones y ondas, por ende, fue necesario usar textos más simples		Conductual: fomentó la práctica de hábitos de lectura e investigación, mejorando la disciplina para lograr objetivos
Laboratorios de Física	Componente de Interacción: la experimentación con el péndulo simple permitió a los estudiantes entender la aplicación de la física en la vida diaria y en la tecnología moderna, demostrando cómo los principios científicos afectan la sociedad y tienen un impacto en la vida cotidiana	Estudiante 1: «La actividad es muy interesante, es una forma práctica de enseñar el tema y que realmente se quede en nuestra memoria, haciéndonos ver con la interacción situaciones de la vida cotidiana»	Afectiva: despertó el interés y la curiosidad, generando emociones positivas y motivación por el aprendizaje

Laboratorios de Física

Componente de enseñanza: el experimento con el péndulo simple presentó dificultades, y los estudiantes necesitaron perseverar para comprenderlo en su totalidad. Trabajaron en equipo para construir y probar el péndulo, promoviendo la colaboración

Componente de Característica: los estudiantes se sintieron inseguros al enfrentar la idea de que los resultados de los experimentos pueden ser inciertos y entendieron que el conocimiento en física puede cambiar con nuevos experimentos

Estudiante 2: «En el laboratorio me sentí muy emocionado y entendí que la física no solo es teoría, sino que se debe llevar de la mano con la práctica. Esto exige una excelente interpretación lógica y razonable. Debemos considerar entrar más en profundidad en la física»

Cognitiva: estimuló el pensamiento crítico y la resolución de problemas, mejorando las habilidades cognitivas y el conocimiento del tema

Conductual: fomentó la práctica de habilidades creativas y la aplicación de conocimientos a situaciones reales, mejorando las habilidades conductuales y la capacidad para resolver problemas

Exposiciones grupales

Componente de interacción: los estudiantes compartieron conocimientos, demostrando confianza en la importancia de la física y comunicando eficazmente los resultados del laboratorio. Además, mostraron curiosidad y disposición

Componente de enseñanza: se evidenció una actitud crítica y reflexiva para analizar y evaluar la información recibida, además de la capacidad para trabajar en equipo y colaborar con sus compañeros. Algunos estudiantes presentaron inseguridad y nerviosismo al hablar en público

Componente de Característica: Comprensión de que el conocimiento de la física se basa en la observación, experimentación y razonamiento lógico.

Estudiante 1: «En cuanto a la exposición, al inicio sentí ansiedad y estrés; sin embargo, con el tiempo mejoré el pánico a equivocarme, ya que mis compañeros me apoyaron y me dieron seguridad»

Afectiva: fomentó la autoconfianza y la autoestima, generando emociones positivas y mejorando la autoimagen

Cognitiva: estimuló el pensamiento crítico y la argumentación fundamentada, mejorando las habilidades cognitivas y el conocimiento del tema en cuestión

Conductual: fomentó la práctica de habilidades comunicativas y la aplicación de conocimientos a situaciones reales, mejorando las habilidades conductuales y la capacidad para resolver problemas



Verificando el impacto de la planeación neurodidáctica en Ingeniería de Sistemas, se observan avances significativos en las actitudes de los estudiantes hacia la física, esenciales para un aprendizaje efectivo y el desarrollo académico en disciplinas técnicas. A través del diseño de actividades educativas que exploraron conceptos complejos como oscilaciones y ondas mecánicas, se evidenció una transformación en las dimensiones de las actitudes.

En el componente de características, las sesiones en la biblioteca universitaria fueron fundamentales para acceder a una amplia gama de recursos. Este entorno fortaleció la confianza de los estudiantes en la selección y revisión de la información disponible, facilitando así la búsqueda y utilización efectiva de los recursos. Los estudiantes expresaron que estas actividades no solo mejoraron su capacidad para adquirir conocimientos de manera didáctica y entretenida, sino que también incrementaron su capacidad de retención de información, asegurando un éxito académico continuo.

En el componente de enseñanza, las actividades planteadas resultaron efectivas para motivar a los estudiantes a buscar información importante y profundizar en su aprendizaje. Se fomentó una actitud crítica y reflexiva entre los estudiantes, mejorando sus habilidades cognitivas y su capacidad para evaluar la información de manera acertada. A pesar de las dificultades con conceptos abstractos, estas dificultades ayudaron a mejorar la comprensión del tema. Los laboratorios y exposiciones permitieron a los estudiantes compartir conocimientos y fortalecer su confianza en la comunicación, aunque algunos mostraron nerviosismo al hablar en público. El apoyo mutuo y la colaboración en equipo ayudaron a superar estas inseguridades, destacando la importancia de las habilidades comunicativas y la aplicación práctica del conocimiento.

En términos de dimensiones afectivas, el estudio despertó un renovado interés y curiosidad por la física entre los estudiantes, generando emociones positivas y una mayor motivación por el aprendizaje continuo en la disciplina. La dimensión cognitiva se vio enriquecida con el estímulo del pensamiento crítico y la capacidad para resolver problemas complejos, mejorando así las habilidades cognitivas y el dominio del contenido específico de física. Finalmente, la dimensión conductual se fortaleció al fomentar la práctica de habilidades creativas y la aplicación efectiva de conocimientos teóricos a situaciones prácticas, preparando a los estudiantes para enfrentar dificultades reales en su campo profesional.

Finalmente, cabe destacar que la integración de la planeación neurodidáctica surge como una estrategia eficaz para mejorar tanto el desempeño académico como las actitudes hacia la física en estudiantes de Ingeniería de Sistemas. Estos resultados destacan la importancia de adoptar enfoques basados en la neurociencia educativa para optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en disciplinas técnicas y científicas, ya que preparan a los estudiantes para enfrentar los retos que plantea del mundo moderno.

A continuación, se presentan los resultados de la REA II, donde se destacan todos los elementos o factores que mejoraron en el proceso de enseñanza de la física; también, se resalta las opiniones de los estudiantes, quienes fueron fundamentales en el proceso investigativo.

Tabla 2

Resultados de las actividades por componente y dimensión (REA II)

REA específico II: representar soluciones analíticas de la ecuación de onda variando parámetros como la amplitud, el periodo o la longitud de ondear fenómenos.			
Actividad	Componentes de actitudes hacia la física	Opiniones de los estudiantes	Dimensiones de las actitudes
Padlet	<p>Componente de característica: los estudiantes mostraron curiosidad acerca de cómo se construyen los conceptos y principios de la física, fueron críticos y cuestionaron teorías y principios</p>	<p>Estudiante 1: «En general, la actividad estuvo muy atractiva; al procurar resolver y sintetizar la información, pudimos disolver un poco el estrés y concentrarnos en el texto de ondas mecánicas, promovidos por el entusiasmo»</p>	<p>Afectiva: se reflejó una actitud positiva frente al tema y disposición para aprender más, mostraron entusiasmo y relacionaron la información suministrada con experiencias personales</p>
	<p>Componente de enseñanza: desarrollaron interés y entusiasmo por aprender sobre los conceptos y principios de la física, utilizando su creatividad para encontrar soluciones a problemas complejos</p>		<p>Cognitiva: permitió que el estudiante se enfocara en presentar información clara y precisa, demostrando conocimiento y comprensión de los conceptos relevantes</p>
Escalando muros	<p>Componente de interacción: observaron cómo se aplica la física en la vida cotidiana y en el mundo, apreciaron los avances tecnológicos que han sido posibles gracias a la física. Pensaron críticamente sobre los efectos positivos y negativos de la física en la sociedad y el medioambiente</p>	<p>Estudiante 5: «Sentí un poco de miedo por la altura, pero luego de lograr llegar al punto máximo lo disfruté. Me dio curiosidad y risa como mis compañeros se preocuparon cuando me convertí en un péndulo desde la altura»</p>	<p>Conductual: presentaron la información de manera organizada y estructurada. Algunos estudiantes lograron comunicar de manera efectiva lo que comprendieron sobre el contenido</p>
	<p>Componente de interacción: al escalar muros, los estudiantes tomaron conciencia de cómo la física se manifiesta en actividades cotidianas y su aplicación en diferentes campos</p>		<p>Afectiva: estimuló la confianza en sí mismos y en sus habilidades para escalar muros, animándolos a superar sus propios límites y retos</p>

Componente de enseñanza:

la actividad se llevó a cabo en un muro de escalada de la Universidad de Cundinamarca, bajo la supervisión de docentes de educación física. Se integraron conceptos de fuerza, gravedad, fricción y energía, permitiendo a los estudiantes aplicar teorías físicas en un entorno práctico. Se midieron variables como la distancia recorrida, el ángulo de inclinación y la fuerza necesaria para escalar, utilizando cintas métricas e inclinómetros, lo cual fue fundamental para entender la relación entre teoría y práctica. Posteriormente, los estudiantes reflexionaron sobre su desempeño y la aplicación de los conceptos físicos, promoviendo así un aprendizaje colaborativo y significativo

Componente de característica: los estudiantes comprendieron la importancia de la experimentación y la observación en la física, y cómo el conocimiento se construye a través de la exploración

Estudiante 6: «La actividad es muy interesante; es una forma práctica de enseñar el tema y que realmente se quede en nuestra memoria, haciéndonos ver cada interacción sobre casos cotidianos»

Cognitiva: se invitó a los estudiantes a cuestionar y analizar los conceptos de física aplicados al escalar muros, fomentando la curiosidad y la apertura a nuevas ideas y perspectivas sobre la física y su aplicación en el mundo real

Conductual: los estudiantes aplicaron conceptos de física en su técnica de escalada, a través de la experimentación y la práctica de diferentes estrategias y movimientos

Componente de enseñanza:

los estudiantes mostraron una actitud positiva hacia la física, al participar activamente en experimentos caseros, demostrando disposición para aprender nuevos conceptos y principios científicos

Componente de Característica: Mostraron una actitud crítica hacia los experimentos, analizando los resultados y evaluando su validez. Hicieron preguntas y establecieron conclusiones para comprender mejor la naturaleza de la física como disciplina científica.

Componente de interacción: comprendieron la relación de la física con la vida cotidiana, mostrando una actitud positiva hacia su aplicación práctica y disposición para compartir los resultados de los experimentos con sus compañeros, además, se destacó la importancia de la física en la sociedad

Estudiante 1:

«Se trabajaron experimentos mecánicos (cubeta de ondas, efecto Doppler y ondas en cuerdas), donde tuvimos que analizar, experimentar y concluir el funcionamiento de estos. Nos sentimos bien, dado que los experimentos nos trajeron la curiosidad de niños que solíamos tener, surgiendo emociones agradables de tranquilidad, además de desestresarnos de las clases típicas y entendiendo muchísimo mejor la teoría y la explicación que se nos da normalmente en clase»

Afectiva: la mayoría de los estudiantes reflejaron una actitud positiva hacia la ciencia y el aprendizaje experimental, demostrando entusiasmo y motivación por la realización de experimentos caseros, y relacionando el experimento con la vida cotidiana y su relevancia para la sociedad

Cognitiva: los estudiantes se enfocaron en presentar de manera clara y precisa los pasos y materiales del experimento, donde demostraron que comprendieron los principios científicos, que los sustentan a través de la guía

Conductual: realización de observaciones precisas y evaluación crítica de los resultados mediante retroalimentación final de la actividad

En la Tabla 2, se muestran las actividades que les permitieron a los estudiantes responder al REA II; cuya finalidad fue representar soluciones analíticas de la ecuación de onda, variando parámetros como la amplitud, el periodo o la longitud de ondar fenómenos. Para ello, fue indispensable la actividad de Padlet, la cual les permitió despertar su curiosidad por la construcción de conceptos físicos, siendo críticos y cuestionando teorías y principios ya existentes; a partir de esto, se propició un debate acerca de lo creado por personajes históricamente reconocidos y que han sido tomados como referentes en la ciencia. Gracias a esta actividad, los estudiantes demostraron entusiasmo y creatividad, y reflexionaron sobre la aplicación de la física en la vida diaria y la sociedad. Esto finalmente logró que los estudiantes adoptaran una actitud positiva y se motivaran por el aprendizaje.

Respecto a los experimentos caseros de ondas estacionarias, los estudiantes adoptaron una actitud positiva frente al aprendizaje experimental, en consecuencia, participaron activamente y mostraron una comprensión crítica de los experimentos. Asimismo, relacionaron los conceptos con la vida cotidiana y valoraron la práctica como una forma efectiva de aprendizaje.

En la actividad de escalada de muros, los estudiantes vivieron cómo la física se aplica en situaciones cotidianas, en conceptos como fuerza, gravedad y energía. Esta experiencia no solo les ayudó a ganar confianza en sus habilidades y despertar su interés en la física, sino que también les permitió superar dificultades y fortalecer sus capacidades prácticas. Además de mostrar habilidades deportivas, interactuaron de manera significativa con conceptos que antes

solo conocían teóricamente. Romper con la rutina y hacer que los estudiantes sean protagonistas del aprendizaje es clave para mantener su interés y comprensión de conceptos abstractos. Esta actividad es una excelente opción para docentes que buscan innovar sus métodos de enseñanza.

A partir de los resultados, se puede concluir que la integración de la planeación neurodidáctica promueve un enfoque efectivo para mejorar el aprendizaje y las actitudes hacia la física en estudiantes de Ingeniería de Sistemas, ya que los prepara para enfrentar las dificultades del mundo contemporáneo.

Finalmente, en la Tabla 3, se muestra el análisis realizado para el REA III, según las actividades programadas e implementadas en la planeación neurodidáctica.

Tabla 3

Resultados de las actividades por componente y dimensión (REA III)

	Componentes de actitudes hacia la física	Opiniones de los estudiantes	Dimensiones de las actitudes
Al pin Al pon-Retahíla-Concentración (Salomón Burgos, 2023)	<p>Componente de característica: los estudiantes desarrollaron habilidades de liderazgo y colaboración al trabajar juntos en actividades que resultaron adecuadas y divertidas para todos</p>	<p>Estudiante 1: «Me sentí nerviosa y ansiosa porque no me acordaba de muchas cosas. Me gustan estas actividades porque con el tiempo me pueden quitar la timidez y el miedo a participar. Así aprendo más»</p>	<p>Afectiva: fomentó la diversión y la relajación, reduciendo el estrés y la ansiedad en los estudiantes</p>
	<p>Componente de Enseñanza: los estudiantes se conectaron socialmente y aprendieron a trabajar juntos, creando un ambiente de apoyo y bienestar en su entorno de aprendizaje</p>	<p>Estudiante 2: «Me dio ansiedad y miedo de equivocarme, pero estuvo chévere obtener las respuestas de lo que no sabía o había escuchado y no recordaba. Me gustan más las clases con dinámicas porque me dan ganas de saber y no sentirme mal al momento de intentarlo»</p>	<p>Cognitiva: en el juego de concentración, se evidenció una mejora en la memoria y la atención. En el juego Al pin Al pon, se observó un avance en la planificación y toma de decisiones, dado que debían pensar estratégicamente para ganar</p>
	<p>Componente de interacción: los estudiantes tomaron conciencia de los diferentes recursos y opciones para aprender, y cómo esto puede mejorar su bienestar y calidad de vida</p>		<p>Conductual: enseñó a los estudiantes a ganar y perder de manera justa y a respetar a sus compañeros de juego</p>

Revista Unimar Vol. 42 No. 2, pp. 206-223 Julio-Diciembre 2024
 e-ISSN: 2216-0116 ISSN: 0120-4327 DOI: https://doi.org/10.31948/rev.unimar



Componente de interacción: los estudiantes mostraron responsabilidad y compromiso al utilizar avances en la modelación de filtrado de imágenes y sonido con la transformada de Fourier; reflexionaron sobre su impacto y evolución para el beneficio social

Componente de enseñanza: se observó una actitud positiva hacia la modelación de imágenes y sonido; aumentó la motivación e interés en algunos estudiantes, aunque otros la encontraron compleja y estresante. La revista científica recopiló experimentos sobre ondas realizados por estudiantes, como la cubeta de ondas, el efecto Doppler, ondas en cuerdas, resonancia y la reflexión y refracción de la luz con un prisma. Estas actividades fomentaron la comprensión teórica de las ondas y promovieron la participación activa en la investigación

Componente de característica: se notó la complejidad y la incertidumbre en la modelación de filtrado de imágenes y sonido con Fourier, ya que, para algunos estudiantes, resultó difícil comprender la herramienta de modelación

Afectiva: valoraron la importancia de la transformada de Fourier en la modelación de filtrado de imágenes y sonido

Estudiante 5: «La clase de hoy aprendí a trabajar en equipo, ya que, si uno hace algo mal, todo queda mal, y con esto se siente a veces frustración, pero los demás ayudan a solucionar el problema y ya las cosas mejoran»

Cognitiva: analizaron y evaluaron la eficacia de los métodos de filtrado de Fourier en la mejora de imágenes y sonidos

Conductual: trabajaron de manera colaborativa y comunicativa para resolver problemas de filtrado de Fourier en imágenes y sonido

Componente de

interacción: se evidenció la conciencia de la influencia de la física en la tecnología y en la toma de decisiones, así como la comprensión de las aplicaciones de la física en diferentes campos, como la medicina, la ingeniería, la tecnología y la astronomía

Componente de

enseñanza: los estudiantes mostraron interés por comprender los fenómenos físicos, participaron activamente en las actividades de aprendizaje y estuvieron dispuestos a realizar experimentos. Además, demostraron iniciativa al hacer preguntas y buscar respuestas, y habilidades para comunicar los conceptos físicos a los demás

Componente de

característica: se evidenciaron diferentes perspectivas y cuestionamientos de las ideas preconcebidas

Afectiva: se aumentó la motivación y el interés en su aprendizaje; los estudiantes demostraron una actitud reflexiva y crítica

Cognitiva: analizaron y evaluaron la información, sintetizándola para comunicarla de manera clara y coherente. Exploraron diferentes puntos de vista y perspectivas sobre los temas

Conductual:

trabajaron en equipo para la creación de una revista científica, para ello, colaboraron en la investigación, el diseño y la edición

Estudiante 6: «Me gustó la actividad y aprendí muchas cosas que, como se dijo en el debate, son de cultura general sobre física»

Después de analizar cada una de las actividades generadas en la planeación neurodidáctica, se realizó el postest, obteniendo los siguientes resultados: el porcentaje general mostró el 95 % de acuerdo y el 5 % totalmente de acuerdo. Estos resultados indican que, tras la implementación de la estrategia, los estudiantes avalan y muestran una mejoría en sus actitudes. El porcentaje inicial del 22,5 % de desacuerdo se distribuyó ahora en actitudes favorables, lo que fortalece la necesidad de optar por nuevas prácticas educativas donde el estudiante sea el protagonista, adquiera y aplique los conocimientos en contextos reales. En los componentes, también se evidencia una importante mejoría.

En el componente de características, el 90 % de los estudiantes está de acuerdo; el 2,5 %, totalmente de acuerdo, y el 7,5 %, en desacuerdo, lo cual, aunque mínimo, aún requiere atención. Para las interacciones, se logró el 90 % de acuerdo y totalmente de acuerdo, y el 10 % en desacuerdo, lo que abre la posibilidad de detallar más a fondo aquellos factores que aún no

satisfacen completamente a la muestra de estudio. Finalmente, en el componente de enseñanza, se ha minimizado el porcentaje de desacuerdo, obteniendo el 92,5 % de favorabilidad. Estos resultados destacan la efectividad de las estrategias neurodidácticas para la mejora de las actitudes y la participación activa de los estudiantes.

Ahora bien, es importante recordar que, dentro de las fases metodológicas, se planteó comparar los resultados de los grupos control y experimental. En la Tabla 4, se presentan los datos generales y comparativos de las medias, lo cual pondrá en evidencia los elementos que permitieron mejorar las actitudes en los estudiantes.

Tabla 4

Resultados del grupo experimental

Comparativo de resultados del pretest y postest					
Grupo experimental					
Media general		Componente	Media por componente		Diferencia por componente
Pretest	Postest		Pretest	Postest	
33.85	41.375	Componente de característica	3.42	3.88	0.46
		Componente de interacciones	3.5	3.85	0.35
7.525		Componente de enseñanza	3.42	4.15	0.73
Grupo control					
Media general		Componente	Media por componente		Diferencia por componente
Pretest	Postest		Pretest	Postest	
29.028	31.694	Componente de característica	3.81	3	-0.81
		Componente de interacciones	3.25	3.22	-0.03
2.666		Componente de enseñanza	2.22	2.56	0.34

Nota. Resultados del análisis estadístico comparativo de pretest y postest.

En la Tabla 4 se muestra las medias generales y por componente para los grupos experimental y control, destacando las diferencias observadas antes y después de la implementación de la estrategia neurodidáctica.

Para el grupo experimental, se pudieron obtener algunas reflexiones sobre los datos obtenidos en la evaluación de actitudes. Inicialmente, la media general en el pretest fue de 33.85 y aumentó a 41.375 en el postest, indicando una mejora significativa en las actitudes evaluadas. Además, en el componente de características, la media pasó de 3.42 a 3.88, con una diferencia de 0.46 puntos, lo que muestra un incremento en la valoración de las características del aprendizaje. En el componente de interacciones, la media subió de 3.5 a 3.85, reflejando un aumento de 0.35 puntos en la percepción de las interacciones educativas. Finalmente, en el componente de enseñanza, se

observó un aumento significativo de 3.42 a 4.15, con una diferencia de 0.73 puntos, indicando una mejora sustancial en la percepción sobre la calidad del proceso de enseñanza.

Por otro lado, el grupo control arrojó los siguientes resultados: la media general en el pretest fue de 29.028 y aumentó a 31.694 en el postest, mostrando una mejora, aunque menos pronunciada que en el grupo experimental. Adicionalmente, en el componente de características, la media bajó de 3.81 a 3.00, con una diferencia de -0.81 puntos, señalando una disminución en la valoración de las características del aprendizaje. En el componente de interacciones, la media se mantuvo casi igual, con un ligero descenso de 3.25 a 3.22, representando una mínima disminución de -0.03 puntos en la actitud en las interacciones educativas. Finalmente, en el componente de enseñanza, la media aumentó de 2.22 a 2.56, con una diferencia de 0.34 puntos, lo que establece una mejora, aunque menos marcada que en el grupo experimental.

Estos resultados muestran que la estrategia neurodidáctica tuvo un impacto positivo en el grupo experimental en comparación con el grupo control, especialmente en los componentes de características y enseñanza. La interpretación de estos datos ratifica que la estrategia contribuyó significativamente a mejorar las actitudes estudiantiles evaluadas.

Discusión

Los resultados de esta investigación destacan el impacto positivo de la intervención neurodidáctica en el aprendizaje de la física, evidenciado por una mejora significativa en las actitudes de los estudiantes hacia esta asignatura. Estos resultados están alineados con investigaciones recientes que resaltan la efectividad de las estrategias neurodidácticas en la educación (Briones Cedeño y Benavides Bailón, 2021; Sánchez Tallabas et al., 2023). Las mejoras se reflejan en las dimensiones afectiva, cognitiva y conductual del aprendizaje, lo que confirma que la integración de experiencias prácticas en la enseñanza puede aumentar el interés, la motivación y el pensamiento crítico (Benavidez y Flores, 2019; Codina et al., 2022). Sin embargo,

persisten dificultades como la inseguridad en la comunicación y la comprensión de conceptos abstractos, que deben ser abordadas mediante sesiones de apoyo adicionales (Díaz-Cabrales, 2021; Muchiut et al., 2024). Esto insinúa que, aunque efectivas, las estrategias neurodidácticas requieren soporte continuo para maximizar el aprendizaje.

En esta investigación, se aplicaron principios de neurodidáctica que enfatizan la conexión entre la teoría y la práctica en el aprendizaje. Se utilizó una metodología de enfoque mixto que combinó métodos cualitativos y cuantitativos. En particular, se implementaron actividades prácticas, como la cubeta de ondas y el efecto Doppler, que permitieron a los estudiantes experimentar directamente conceptos físicos. Además, se llevaron a cabo sesiones de retroalimentación y análisis de los resultados, centrándose en cómo estas experiencias impactaron en la comprensión y las actitudes de los estudiantes hacia la física. Este enfoque permitió obtener una visión completa de los elementos y procesos que facilitaron la mejora en el aprendizaje y la motivación de los estudiantes. Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones profundicen en la neurodidáctica y su aplicación en diversos contextos educativos; además, incluir más elementos metodológicos para mejorar los resultados.

Conclusiones

La implementación de la planeación neurodidáctica generó mejoras significativas en las actitudes de los estudiantes hacia la física, especialmente en los componentes de características, interacciones y enseñanza. Se observó un aumento en la disposición y motivación de los estudiantes para participar en actividades relacionadas con oscilaciones y ondas mecánicas, lo que facilitó un ambiente de aprendizaje activo y comprometido.

Los resultados del postest mostraron incrementos notables en las medias del grupo experimental en comparación con el grupo control. En el componente de características, hubo un aumento de 0.46 puntos, lo que indica una mejora en la actitud hacia las habilidades en contextos de física. Las interacciones sociales

también mejoraron, con un incremento de 0.35 puntos, mientras que la enseñanza recibió una evaluación positiva, con un aumento de 0.73 puntos en la media posttest.

Estos resultados respaldan la hipótesis inicial de que la neurodidáctica puede impactar positivamente las actitudes y la comprensión de conceptos complejos. La investigación resalta la necesidad de considerar las dimensiones afectivas, cognitivas y conductuales para promover un aprendizaje más significativo. La secuencia implementada en la planeación neurodidáctica creó un entorno propicio para el aprendizaje, fomentando la interacción y el compromiso de los estudiantes.

Se recomienda que las prácticas educativas se beneficien de la integración de datos neurocientíficos en el diseño curricular y que futuras investigaciones profundicen en la neurodidáctica y su aplicación en diversas disciplinas.

Conflicto de interés

La autora de este artículo declara no tener ningún tipo de conflicto de intereses que pudieran comprometer la confiabilidad de esta publicación.

Responsabilidades éticas

El consentimiento informado fue firmado por cada participante, para ello, primero, se les explicó claramente el propósito del estudio, los procedimientos involucrados, los posibles riesgos y beneficios, así como su derecho a retirarse en cualquier momento sin ninguna consecuencia. Los datos recopilados se utilizaron exclusivamente para fines de investigación y se garantizó la confidencialidad de la información proporcionada por los estudiantes.

Referencias

- Benavidez, V. V. y Flores, P. R. (2019). La importancia de las emociones para la neurodidáctica. *Revista Wimb LU*, 14(1), 25-53. <https://doi.org/10.15517/wl.v14i1.35935>
- Briones Cedeño, G. C. y Benavides Bailón, J. (2021). Estrategias neurodidácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje de educación básica. *ReHuSo Revista Ciencia Humanística y Sociales*, 6(1), 72-81. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5512773>
- Calatayud Salom, M. A. (2018). Hacia una cultura neurodidáctica de la evaluación. La percepción del alumnado universitario. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78(1), 67-85. <https://doi.org/10.35362/rie7813212>
- Calzadilla, O. O. (2017). La integración de las neurociencias en la formación inicial de docentes para las carreras de la educación inicial y básica: Caso Cuba. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(2), 1-27. <https://doi.org/10.15517/aie.v17i2.28709>
- Codina, M., Aldana, D., Piédrola, I. y Ramos Regalado, I. (2022). Una estructura neurodidáctica para el desarrollo de las funciones ejecutivas en los adolescentes: ¿Es posible desarrollar el control inhibitorio en el aula? *Journal of Neuroeducation*, 2(2), 118-129. <https://doi.org/10.1344/joned.v2i2.32839>
- Díaz-Cabriales, A. (2021). La neuroeducación en los programas de formación y profesionalización docente en México. *Ciencia y Educación*, 5(2), 63-78. <https://doi.org/10.22206/cyed.2021.v5i2.pp63-78>
- Figueroa Molina, R., Bernal Martínez, M. y Thorné Torné, R. (2021). La neurodidáctica como elemento primordial en la formación inclusiva docente. *Revista Boletín REDIPE*, 10(11), 26-44. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i11.1522>
- Ibáñez-Cubillas, P. (2022). Fatores neurodidáticos no ensino baseado nas TIC: contribuições para a formação de professores. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, 15(5), 1-11. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.41617>

Intriago Plaza, J. R., Mendoza Vélez, O. V., Chávez Rodríguez, W. F. y Ormaza Cevallos, M. G. (2022). Saber para aprender a aprender matemática: Neurodidáctica y estrategias de autorregulación emocional. *Educare*, 26(extraordinario), 687-702. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v26iExtraordinario.1674>

Muchiut, Á., Vaccaro, P., Pietto, M. y Sánchez, B. (2024). Intervención neurodidáctica sobre las funciones ejecutivas en adolescentes: Neurodidáctica y funciones ejecutivas. *Revista de Neuroeducación*, 4(2), 149-151. <https://revistes.ub.edu/index.php/joned/article/view/42417>

Pérez Marrero, N. M. (2023). Dinámica neurodidáctica formación de docentes desde la neuropedagogía. *Papeles*, 15(29), 86-99. <https://doi.org/10.54104/papeles.v15n29.1320>

Rodríguez-Cano, S., Cuesta-Gómez, J. L., Delgado-Benito, V. y Fuente-Anuncibay, R. de la. (2022). Educational Technology as a Support Tool for Students with Specific Learning Difficulties—Future Education Professionals’ Perspective. *Sustainability*, 14(10), 6177. <https://doi.org/10.3390/su14106177>

Salomón Burgos. (2023, 4 de marzo). Al pin al pon a la hija del conde Simón [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=5CpPb9q7MOA>

Sánchez Tallabas, N. E., Valadez Mena, V., Luna García, M. del R. y Valadez Mena, M. E. (2023). Las estrategias neurodidácticas para aprender a aprender. *Revista RELEP - Educación y Pedagogía en Latinoamérica*, 5(3), 55-72. <https://doi.org/10.46990/relep.2023.5.3.1125>

Saquicela Richards, C. E. (2022). La neurodidáctica como una herramienta pedagógica en la praxis de los docentes integrales de Educación General Básica Elemental. *Revista Científica UISRAEL*, 9(1), 117-137. <https://doi.org/10.35290/rcui.v9n1.2022.499>

Vázquez, A. y Manassero Mas, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 13(3), 337-346. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4254>

Contribución

Kelly Johana Infante Beltrán: Investigador principal. Procesamiento estadístico de datos, escritura de materiales y métodos y obtención de los resultados. Análisis e interpretación de resultados, escritura de la introducción, métodos, discusión y conclusiones.

La autora elaboró el manuscrito, lo leyó y aprobó.