

Estrategias de aprendizaje para la motivación y la conciencia metacognitiva en una clase de física de media académica

Juan Pablo Henao Mejía ¹ 
Karen Sofía Hurtado Vinasco ¹ 
Diana Marcela Montoya Londoño ¹ 
Antonio Partida Gutierrez de Blume ² 

Resumen

¹ Universidad de Caldas. Manizales (Caldas), Colombia.
Calle 65 # 26-10.

² Georgia Southern University. Statesboro, EE.UU.
P.O. Box 8144, Statesboro, Georgia.
agutierrez@georgiasouthern.edu 

Recibido: 21/Agoosto/2024
Revisado: 29/Junio/2025
Aprobado: 18/Julio/2025
Publicado: 30/Julio/2025



El artículo tuvo como objetivo determinar el efecto de un programa de intervención en estrategias de aprendizaje sobre la conciencia metacognitiva y la motivación en una muestra de estudiantes de media académica en clase de física en un colegio privado de la ciudad de Manizales, Colombia. El estudio fue cuantitativo con un diseño de investigación preexperimental de un grupo con pretest y postest. En el estudio se utilizó el inventario de habilidades metacognitivas (MAI) y el cuestionario de motivación y estrategias de aprendizaje (CMEA- II). Para el análisis se uso la prueba Shapiro – Wilk para determinar la normalidad de las variables. La comparación entre los resultados antes y después de la intervención se realizó mediante la prueba t de Student para medias dependientes, en caso de que la diferencia siguiera una distribución normal y la prueba Wilcoxon en caso contrario. A partir de los resultados obtenidos, se considera relevante fomentar la instrucción en estrategias de aprendizaje para el estudio de la física, entendiendo que, dentro de esta área, se relaciona tanto el contexto en el cual están inmersos los estudiantes (fenómeno físico), como la dimensión matemática que respalda la parte más experimental de la asignatura.

Palabras clave: aprendizaje; estrategias educativas; motivación; enseñanza de física; cognición; evaluación



Learning Strategies for Motivation and Metacognitive Awareness in a Middle School physics Class

Abstract

The purpose of this article is to determine the effect of an intervention program focused on teaching metacognitive awareness and motivation strategies to a selected group of middle school students in a physics class at a private school in Manizales, Colombia. The study employed a quantitative approach using a pre-experimental design with a single group and both pretest and posttest measures. The Metacognitive Awareness Inventory (MAI) and the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ – II) were used as instruments. For data analysis, the Shapiro–Wilk test was applied to assess the normality of the variables. Comparisons between pre- and post-intervention results were conducted using the paired Student's t-test when the data followed a normal distribution, and the Wilcoxon test when that was not the case. Based on the findings, it is considered important to promote instruction in learning strategies for studying physics, as this discipline involves both the contextual environment in which students are immersed (physical phenomena) and the mathematical dimension that supports the experimental aspects of the subject.

Keywords: learning; educational strategies; motivation; physics education; cognition; assessment

Estratégias de aprendizagem para a motivação e a consciência metacognitiva em uma aula de física do ensino médio

Resumo

O artigo teve como objetivo determinar o efeito de um programa de intervenção em estratégias de aprendizagem sobre a consciência metacognitiva e a motivação em uma amostra de estudantes do ensino médio em uma aula de física em uma escola privada da cidade de Manizales, Colômbia. O estudo foi de caráter quantitativo, com delineamento de pesquisa pré-experimental de um grupo com pré-teste e pós-teste. Para a coleta de dados, foram utilizados o Inventário de Habilidades Metacognitivas (MAI) e o questionário de Motivação e Estratégias de Aprendizagem (CMEA-II). Para a análise, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk a fim de determinar a normalidade das variáveis. A comparação entre os resultados antes e depois da intervenção foi realizada por meio do teste t de Student para médias dependentes, caso a diferença apresentasse distribuição normal, ou pelo teste de Wilcoxon, em caso contrário. A partir dos resultados obtidos, considera-se relevante fomentar a instrução em estratégias de aprendizagem para o estudo da física, compreendendo que, nesta área, relacionam-se tanto o contexto em que os estudantes estão inseridos (fenômeno físico) quanto a dimensão matemática que fundamenta a parte mais experimental da disciplina.

Palavras-chave: aprendizagem; estratégias educacionais; motivação; ensino de física; cognição; avaliação

Introducción

Las formas en que se desarrollan los procesos de aprendizaje han cambiado. Como lo señalan Sarmiento Santana et al., (2007), los estudiantes, por tradición, se suelen enfocar en el aprendizaje por repetición, lo que conlleva a las limitaciones que puede implicar el aprender de forma superficial, como olvido rápido, y dominio momentáneo. Es necesario potenciar el aprendizaje profundo que, además, responda idealmente a un propósito específico. Según Araya-Pizarro & Espinoza-Pastén (2020), se debe contribuir a que los estudiantes logren una regulación de los aprendizajes, reconozcan habilidades, identifiquen oportunidades de mejora y regulen sus propios procesos. En este sentido, algunos investigadores han señalado la importancia de la reflexión y el control sobre los procesos de aprendizaje, y reconocen a la metacognición como el proceso que le permite al estudiante avanzar sobre el conocimiento y la regulación del propio sistema cognitivo (Schraw & Moshman, 1995; Brown, 1987; Flavell, 1979; Kluwe, 1982; Moshman, 2017).

Desde esta perspectiva, diferentes autores han señalado la importancia de fortalecer el desempeño metacognitivo mediante diferentes programas de intervención sobre el monitoreo metacognitivo y la metacomprensión en diferentes campos de dominio. Entre estos trabajos se destacan aquellos centrados en la instrucción de estrategias de aprendizaje y los procesos de intervención sobre variables como la motivación, la autoeficacia, la regulación emocional, etc. (Boekaerts, 1997; Dignath et al., 2008; Gutierrez de Blume, 2022; Mayer, 2008; Mohammed, 2016; Winne & Hadwin, 1998). Diferentes hallazgos y contextos reconocen la mejora significativa del proceso de aprendizaje cuando se emplean procesos de instrucción metacognitiva que le permitan al estudiante establecer una mayor conciencia sobre la necesidad de conocerse, poner en práctica las habilidades de regulación y consciente de sus posibilidades para dirigir de forma autónoma sus propios procesos de aprendizaje, accediendo así a un desempeño académico más eficiente (Alt & Raichel, 2020; Dunlosky et al., 2013; Efklides, 2014; Pintrich, 2003; Veenman, 2016).

La enseñanza de la física en educación media enfrenta una paradoja crítica: mientras es esencial para desarrollar competencias científicas ante desafíos globales como la transición energética o la innovación tecnológica (OECD, 2022), su implementación pedagógica revela tres fracturas profundas. Primero, la abstracción conceptual de temas como electromagnetismo o mecánica cuántica genera barreras cognitivas que alienan a los estudiantes (Hernandez et al., 2022). Segundo, la desmotivación estructural — evidenciada en que el 62% de estudiantes latinoamericanos percibe la física como irrelevante (UNESCO, 2023) — se vincula a métodos expositivos que ignoran la agencia del aprendiz. Tercero, persiste un déficit metacognitivo donde los alumnos aplican algoritmos sin comprender su lógica, perpetuando errores como confundir fuerza con aceleración (Haeruddin et al., 2023). Esta triple crisis exige intervenciones que integren estratégicamente la motivación autodeterminada y la conciencia metacognitiva. Sin embargo, escasean programas que, mediante fenómenos locales y tecnologías accesibles (ejemplo sensores de smartphones), midan simultáneamente ambos constructos en contextos educativos reales.

Por ello, este estudio propone evaluar el efecto de un programa de intervención basado en estrategias de aprendizaje activo sobre la motivación intrínseca y la conciencia metacognitiva en estudiantes de física de educación media, abordando así un vacío crítico para la innovación educativa en STEM. El objetivo fue establecer el efecto de un programa de entrenamiento en estrategias de aprendizaje sobre la conciencia metacognitiva y la motivación en un grupo de estudiantes de educación media que, durante el año 2023, se encontraban cursando una clase de física institución educativa de carácter privado ubicada en Manizales, Colombia.

Contexto en torno a la necesidad del estudio

Se consideró necesario implementar el programa dado a que, dentro del campo disciplinar de la física, es frecuente observar actitudes pasivas y desinteresadas hacia los temas abordados, así como el bajo desempeño frente al dominio del campo. Esto se debe por considerar esta asignatura como un área disciplinar de alta demanda y complejidad cognitiva, en la que no siempre los estudiantes consiguen los mejores resultados ni niveles de aprendizaje profundo. Las dificultades en el aprendizaje de la física ya han sido indicadas por algunos investigadores, quienes afirman que la mayoría de los estudiantes tienden a tener dificultades para resolver un problema correctamente, evidencian dificultades de transferencia de lo aprendido a contextos diferentes. Esto se relaciona con la elección de estrategias basadas en su nivel de conocimiento, el tipo de representación del problema y su familiaridad con el contenido. Se considera que, con frecuencia, en esta área los estudiantes solo memorizan los ejemplos y no comprenden realmente el proceso de resolución de problemas. Asimismo, se señala que el nivel de comprensión de la física por parte de los estudiantes aún es bajo, lo que se puede evidenciar en la cantidad de errores tanto en la escritura como en la comprensión de las fórmulas, y conceptos. (Ibrahim & Rebello, 2013; Mundilarto; 2003; Haeruddin, Prasetyo & Supahar, 2020).

Reconocer la importancia de las estrategias de aprendizaje y la motivación, así como el desarrollo de una mayor conciencia sobre las posibilidades de aprendizaje, es fundamental, especialmente en el campo de la física, que parece representar tanta dificultad para el estudiante. Esto es clave para alcanzar una comprensión más profunda y precisa de los objetivos propuestos en el área. En esta perspectiva, Chatzipanteli et al., (2014) señalan que la metacognición es relevante en la adquisición de habilidades para el aprendizaje, ya que le permite seleccionar las estrategias de aprendizaje más adecuadas en la resolución de problemas y sentirse motivado frente a las tareas propuestas. Por ello, en la presente investigación se realizó una intervención en estrategias de aprendizaje basada en la postura de Dunlosky, que incluye las diez estrategias identificadas como más efectivas en estudios realizados en contextos anglosajones (Dunlosky, 2013). Estas se aplicaron mediante el trabajo con seis guías de intervención dentro de la clase de física, diseñadas con base en las siguientes estrategias: 1) pruebas de práctica, 2) práctica distribuida, 3) práctica intercalada, 4) interrogatorio elaborativo, 5) autoexplicación, 6) lectura 7) resaltado y subrayado, 8) elaboración de resúmenes, 9) mnemotécnica de palabra clave y 10) imaginaria mental.

Existe una amplia caja de herramientas que están integradas por diferentes estrategias de aprendizaje, sugeridas desde diferentes enfoques enseñanza y aprendizaje, y aplicable para los

diferentes campos de dominio y niveles educativos. Sin embargo, no todas las estrategias de aprendizaje sugeridas pueden estar basadas en la evidencia. En la presente investigación se toma postura de Dunlosky (2013), dada la amplia aceptación que han tenido en el mundo, al ser reconocidas como las más efectivas para potenciar el logro de aprendizajes en profundidad (Dulonksy, 2013; Dunlonsky et al., 2013; Dunlosky & Rawson, 2019; Rodieger et al., 2011).

A partir de la teoría sobre estrategias propuesta por Dunslosky, el presente estudio buscó responder a la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto de un programa de intervención en estrategias de aprendizaje sobre la conciencia metacognitiva y la motivación en una muestra de estudiantes de media académica en clase de física en un colegio privado de la ciudad de Manizales, Colombia?

Hipótesis

Se esperaba que el uso de estrategias de aprendizaje se asociara positivamente y predijeran tanto la conciencia metacognitiva subjetiva —entendida como el conocimiento y la regulación de la cognición—, así como con indicadores de motivación evaluados.

Metodología

Diseño

En el presente estudio se empleó una metodología cuantitativa, con un diseño de investigación preexperimental de un grupo con pretest y postest (Hernández-Sampieri et al., 2016).

Participantes

El proyecto se ejecutó en una institución educativa privada ubicada en una ciudad en Colombia. Participaron en total 52 estudiantes de género femenino, dado que la institución, por vocación formativa, se ha enfocado en la educación de mujeres en el contexto nacional. La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo por conveniencia e incluyó estudiantes de grado décimo y undécimo, con edades entre los 14 hasta los 17 años de edad. Desde el punto de vista sociodemográfico, puede indicarse que la población evaluada pertenece a los estratos socioeconómico medio-alto, y la mayoría de los estudiantes viven en el casco urbano de la ciudad de Manizales.

Es importante señalar que todos los casos incluidos en la investigación contaron con el consentimiento y el asentimiento informado. Además, la aplicación de los instrumentos y el proceso de intervención con las muestras incluidas se realizaron teniendo en cuenta los lineamientos éticos propuestos en la *Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993*, en su artículo 11, para los estudios considerados como de riesgo mínimo con seres humanos en el país (Ministerio de Salud, 1993) y para la protección del anonimato, y de los datos de investigación consignados en la *Ley 1581* (Congreso de la República de Colombia, 2012).

Instrumentos

- **Inventario de conciencia metacognitiva (MAI).** En el estudio se utilizó la versión validada para Colombia por Huertas et al., (2014), basada en el inventario clásico propuesto por Schraw & Dennison (1994). Esta es una prueba que tiene un total de 52 ítems, los cuales se agrupan en los componentes de conocimiento declarativo, procedimental, y condicional; y en las habilidades de regulación, planeación, organización, monitoreo, depuración y evaluación. Los estudios que han utilizado esta prueba han reportado coeficientes de confiabilidad de consistencia interna por encima de 0,75 para todas las escalas, así como un alfa de Cronbach del instrumento de 0,90 para población norteamericana (Schraw & Sperling-Dennison, 1994) y de 0,94 para población colombiana (Huertas et al., 2014; Gutierrez de Blume & Montoya-Londoño, 2021).
- **Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje (CMEA- II).** Este instrumento fue adaptado para su uso en habla hispana por Ramírez et al., (2017), y está basado en la versión original del del *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ) (Pintrich et al., 1991). La prueba consta de 81 ítems distribuidos en dos secciones: motivación (31 ítems) y estrategias de aprendizaje (50 ítems), de acuerdo con en el modelo sociocognitivo de la motivación propuesto por Pintrich, (1988), el cual consta de tres dimensiones motivacionales generales: componentes de valor, expectativa y afectivo. La sección de estrategias de aprendizaje se divide en estrategias cognitivas y metacognitivas (31 ítems) y manejo de recursos para el aprendizaje (19 ítems).

Procedimiento

Se aplicaron diez estrategias de aprendizaje propuestas por Dunlosky et al. (2013), adaptadas al contexto de la enseñanza de la física. Esta adaptación se realizó teniendo en cuenta dos aspectos relevantes: 1) si las estrategias de aprendizaje presentaban similitud entre ellas, y 2) haciendo énfasis en la idea de Schraw & Gutierrez (2015), quienes concluyen que el éxito de una instrucción en estrategias de aprendizaje requiere habilidades básicas, un vocabulario adecuado y comprensión de los objetivos. El docente debe planificar la instrucción inicial, variar el énfasis según la utilidad de cada estrategia, y proporcionar modelado explícito para permitir que los estudiantes estén enterados de la utilidad y finalidad de cada una de estas. Así, el estudiante puede discutir, proponer y profundizar en cada una de las estrategias planteadas-

La intervención se estructuró en seis talleres, cada uno con una duración mínima de dos semanas y una intensidad horaria de dos horas semanales, desarrollados durante el primer semestre académico, en el horario habitual de la asignatura de física, y dirigidos por el docente titular, quien también actuó como investigador. Cada taller tuvo la siguiente estructura: objetivo, fundamentación, ejemplificación, actividad individual, actividad grupal, actividad de profundización y referencias bibliográficas (Ver Anexo 1).

La investigación se desarrolló en tres fases:

- Primera fase: socialización de la investigación con las directivas del Colegio Santa Inés, presentación de la finalidad del estudio, identificación de la población objetivo y los recursos

necesarios para su desarrollo. Posterior al aval de las directivas, se procedió a la firma del asentimiento informado por parte de los padres de familia de los menores que estudian en los grados a intervenir.

- Segunda fase: consolidación de la muestra a trabajar, aplicación de los pretest por medio de Google Forms en espacios escolares y continuación de la intervención. Esta consistió en seis talleres, con aplicación quincenal, basados en las estrategias de Dunlosky et al. (2013).
- Tercera Fase: se aplicó los postest en espacios escolares y se utilizó la herramienta de Google forms con el fin de evaluar y analizar de manera estadística la evolución de los estudiantes a partir de la intervención desarrollada.

El orden en el que fueron aplicadas las estrategias estuvo basado en las ya mencionadas diez estrategias de aprendizaje (Dunlosky, 2013; Dunlosky et al., 2013): interrogatorio elaborado y autoexplicación, resumen, resaltado y subrayado, imágenes para el aprendizaje de textos, palabra mnemotécnica, relectura y prueba de práctica, práctica distribuida y práctica intercalada. La intervención fue realizada y ejecutada por las 51 estudiantes participantes de la muestra.

Variables utilizadas en la investigación

Además del género, la edad, estrato y el curso, se trabajó con las variables contempladas en los instrumentos MAI y CMEA-II, resumidas en la Tabla 1.

Tabla 1 Ítems de los instrumentos MAI / CMEA-II

<i>Variables de Análisis</i>		
	<i>Conocimiento declarativo</i>	
	<i>Conocimiento procedural</i>	
<i>MAI</i>	<i>Conocimiento condicional</i>	
	<i>Metacognición</i>	<i>Planificación</i>
		<i>Organización</i>
		<i>Monitoreo</i>
		<i>Depuración</i>
		<i>Evaluación</i>
		<i>Orientación a metas intrínsecas (OMI)</i>
		<i>Orientación a metas extrínsecas (OME)</i>
<i>CMEA- II Motivación</i>	<i>Valor de la tarea (VT)</i>	<i>Cuantitativa</i>
	<i>Creencias de control (CC)</i>	
	<i>Autoeficacia para el aprendizaje (AEPA)</i>	<i>Cuantitativa</i>

<i>Estrategias de aprendizaje</i>	<i>Repetición (RE)</i> <i>Elaboración (ELA)</i> <i>Organización (ORG)</i> <i>Pensamiento crítico (PC)</i> <i>Autorregulación metacognitiva (ARM)</i> <i>Administración del tiempo y del ambiente (ATA)</i> <i>Regulación del esfuerzo (Refuerzo)</i> <i>Aprendizaje con compañeros (AC)</i> <i>Búsqueda de ayuda (BA)</i>	<i>Cuantitativa</i>
-----------------------------------	---	---------------------

Fuente: elaboración propia.

Análisis estadístico

En este estudio se detallaron las variables según las pruebas empleadas. Luego, se utilizó la prueba Shapiro – Wilk para determinar la normalidad de las variables, siguiendo el enfoque propuesto por Razali & Wah (2011). La comparación entre los resultados pre y postintervención, se realizó mediante la prueba *t* de Student para medias dependientes, en caso de que la diferencia siguiera una distribución normal; en caso contrario, se aplicó la prueba de Wilcoxon (Wayne, 2002).

Resultados

Se trabajó con 51 estudiantes mujeres, con una edad promedio de 15,7 años (DE = 0,81), pertenecientes mayoritariamente a los estratos socioeconómicos 3 y 4.

Tabla 2 Estrato socioeconómico

Estrato	Frecuencia	Porcentaje
2	1	2,0
3	6	11,8
4	20	39,2
5	11	21,6
6	13	25,5
Total	51	100,0

Fuente: elaboración propia.

Se realizó la prueba de normalidad de las variables para determinar si las diferencias de medias entre el pretest y el postest seguían una distribución normal. Este análisis fue fundamental para seleccionar la prueba estadística adecuada. Cuando el valor *p* fue inferior a 0,05 se consideró que los datos no se comportaron con normalidad, por lo que se aplicó la prueba Wilcoxon, (valores señalados en negrita). En los valores iguales o superiores al valor de comparación, se utilizó la prueba *t* de Student.

Los datos revelaron que, en las mediciones del MAI, la medida del postest es significativamente superior a la del pretest en monitoreo y evaluación (ver Tabla 3). Dado que el tamaño del

efecto d de Cohen representa la diferencia media estandarizada entre los resultados del pretest y el postest, la magnitud de los tamaños del efecto fue pequeña, acercándose a moderada, tanto para el monitoreo como para la evaluación. Por lo tanto, las habilidades de monitoreo y evaluación de los estudiantes aumentaron del pretest al postest en casi la mitad de una desviación estándar.

Con la excepción de las creencias de control (CC) del CMEA-II, que produjeron un efecto pequeño, d de Cohen = 0,32, las mismas magnitudes están implicadas en las diferencias de medias entre la prueba pretest y la postest, en la orientación de metas intrínsecas, el valor de la tarea y la autoeficacia para el aprendizaje del CMEA-II.

Tabla 3 Comparaciones estadísticamente significativas entre pretest y postest con sus tamaños de efecto asociados

Variable	Pretest		Postest		<i>p</i>	<i>d</i> de Cohen
	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>		
MAI - Monitoreo	3,8	0,7	4,1	0,6	0,01	0,43
MAI - Evaluación	3,5	0,7	3,8	0,7	0,02	0,42
CMEA II Motivación - OMI	5,1	1,0	5,6	0,9	< .001	0,49
CMEA II Motivación - VT	5,1	1,3	5,9	0,9	< .001	0,52
CMEA II Motivación - CC	5,3	1,0	5,7	1,0	0,02	0,32
CMEA II Motivación - AEPA	5,5	0,9	5,8	0,9	0,01	0,41

Clave. *M* = Media; *DE* = Desviación estándar; *p* = significancia estadística.

Fuente: elaboración propia.

Discusión

Analizar el efecto de un programa de intervención sobre el uso de estrategias de aprendizaje y la motivación resulta relevante, dado el creciente interés de educadores, estudiantes y familias por descubrir métodos efectivos que favorezcan el aprendizaje en diversas áreas del conocimiento. Este interés se intensifica en disciplinas como la física, históricamente percibida como difícil de aprender y dominar.

El objetivo fue evaluar los resultados de aprendizaje realizando un aprovechamiento óptimo de las capacidades del estudiante, permitiéndole acceder a un mayor nivel de conciencia acerca de cómo está aprendiendo y mejorar su desempeño académico.

Entre los principales resultados a discutir se puede indicar que:

Para el caso de la conciencia metacognitiva, que integra los componentes de conocimiento y regulación, se presentaron cambios en algunas de las variables evaluadas en el postest. Específicamente, se identificaron mejoras en las habilidades de monitoreo y evaluación, cuyas medias fueron superiores en comparación con el pretest. Este resultado es consistente con

lo expuesto por Winarti et al., (2022), quienes en sus estudios manifiestan que la formación y aplicación en estrategias de aprendizaje con los estudiantes resulta útil para que los estudiantes aprendan y se ejercenten frente a la solución de situaciones problema, en las cuales están inmersos los procesos metacognitivos. Desde esta perspectiva, en las actividades planteadas en las clases de física deben estar involucradas tanto las habilidades cognitivas como las metacognitivas.

Cuando se aplicaron las pruebas *t* de Student o de Wilcoxon para el MAI, se encontró que la calificación para el monitoreo y la evaluación fueron estadísticamente significativas en el postest con respecto al pretest. Por otro lado, con las variables de conocimiento, planificación, organización y depuración no evidenciaron un cambio significativo con respecto al pretest. Este resultado permite señalar que el programa implementado pareció tener un mayor efecto sobre algunas de las habilidades de regulación que sobre el conocimiento, considerado como un componente más resistente al cambio. Este resultado es consistente con estudios que han señalado diferentes problemas de calibración de la metacognición (Bol et al., 2005; Bol & Hacker, 2001; Dembo & Seli, 2004; Hacker & Bol, 2004; Zimmerman & Moylan, 2009)

El mayor cambio se evidenció a nivel de las habilidades de monitoreo y evaluación. Este resultado concuerda con estudios que han indicado que estas habilidades ayudan a la selección de las estrategias más apropiadas para la resolución de las actividades, contribuyen a lograr una mejor optimización de tiempos e incluso la permiten responder a la persona a una conducta de estudio guiada por un sistema de metas (González et al., 2017). A nivel de conocimiento metacognitivo no se presentaron cambios. Esto concuerda con lo expuesto por Schneider (2008), quien señala que el conocimiento es resistente al cambio por múltiples razones, sobre todo en áreas de naturaleza numérica de alta complejidad. De forma complementaria, Jing, (2006) explica dicha resistencia al cambio a las creencias de fracaso, bajo autoconcepto, percepción de ineeficacia personal y antecedentes de bajo rendimiento académico de los estudiantes, los cuales tienden a consolidarse a lo largo del proceso educativo.

Schneider & Pressley, (2013) indicaron que, incluso para las personas adultas, es complejo el desarrollo de procesos de memoria requeridos para un desempeño eficiente en clases de naturaleza numérica. Esta dificultad está relacionada con la tarea, la falta de comprensión de fenómenos físicos y su relación con la explicación matemática (Wade-Jaimes et al., 2018). En la misma línea, Blajvaz et al. (2022) encontraron que, posterior al proceso de intervención que implementaron, mejoras únicamente en el conocimiento declarativo, sin cambios en otros tipos de conocimiento. Explicaron esta limitación por el tiempo de intervención, la cantidad de estrategias de aprendizaje que utilizaron, y a su influencia sobre la capacidad de los estudiantes para planificar, organizar y depurar contenidos del área en el marco de sus propios procesos de aprendizaje.

En cuanto al Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizajes (CMEA) para las variables OMI, VT, CC, AEPA, se evidenciaron resultados superiores en el postest con respecto al pretest. Sin embargo, en las demás variables OME, AE, RE, ELA, ORG, PC, ARM, ATA, Refuerzo, AC y BA no se presentaron cambios. El efecto posterior a la intervención superó el 80 %, lo que sugiere que las estrategias aplicadas parecieran generar un mayor cambio a nivel de la orientación a metas intrínsecas, el valor de la tarea y la autoeficacia para el aprendizaje.

Este hallazgo, sobre todo el relacionado con los cambios referidos a la orientación a metas intrínsecas (OMI), parece importante, ya que se considera que este aspecto de la motivación puede estar muy vinculado al contenido presente en el aula de física el cual suele resultar desafiante para los estudiantes por su relación directa con fenómenos naturales y situaciones cotidianas. Este aspecto se ve fortalecido por la curiosidad y el interés que pueden generar las temáticas propias de esta asignatura. Esto fue evidente en la medida en que las estudiantes evaluadas mostraron interés y preferencia por temas como el movimiento parabólico, vinculado a prácticas deportivas como el voleibol y el baloncesto. Estos contenidos, claramente relacionados con la física, parecen incentivar la motivación al momento de abordar las tareas.

Al respecto, investigadores como Wade-Jaimes et al., (2018) consideran que todo proceso en el aula debe partir de los intereses de los estudiantes y de los modelos mentales que tienen sobre un fenómeno, lo que contribuye a mantener la motivación y el interés en lo que se está aprendiendo. En la misma línea, Johnson et al., (2021) plantean que la curiosidad o el desafío están relacionados con la disciplina, lo que permite al alumno abordar problemáticas de manera única y lograr un dominio específico de los contenidos y objetivos propios del campo.

El valor de la tarea (VT) se relaciona con la importancia que se le otorga a los aprendizajes o actividades que se vinculan con otras áreas del conocimiento. La aplicabilidad percibida por parte de los estudiantes es limitada y es responsabilidad del docente de física proporcionar a los estudiantes una relación y utilidad que promueva el aprendizaje y la autorregulación, tal como lo menciona McDowell (2019). A través del valor de la tarea, se puede predecir el rendimiento académico, ya que cuando los estudiantes otorgan menos importancia a las actividades, su desempeño tiende a disminuir Abdullah et al., (2021). Desarrollar una autoconciencia del conocimiento propio sobre el pensamiento y el autocontrol de los procesos cognitivos contribuye a una mejor percepción del valor que los estudiantes pueden otorgar a lo planteado en el aula de clase (Michalsky et al., 2009).

Por su parte, la creencia de control (CC) está vinculada a la forma en que se aborda el estudio de la física y cómo influyen los procesos de aprendizaje. Aplicar técnicas que fomenten la práctica del contenido tratado en las clases está estrechamente relacionado con la motivación, situaciones y actividades (Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014). Los estudiantes experimentan emociones como esperanza o ansiedad (González et al., 2017), las cuales se manifiestan según la condición del estudiante —sí se siente en control o no de las actividades que considera importantes—. Al recibir las instrucciones correspondientes a cada una de las estrategias de aprendizaje, en las que se evidenciaba de manera clara la relación con el fenómeno observado, el objetivo general de la guía daba un control de la actividad a realizar, al establecer de forma explícita la meta a alcanzar. Este elemento pudo influir de manera positiva en la ejecución de la intervención.

Después de la intervención, la autoeficacia para el aprendizaje (AEPA) mostró una media inferior en comparación con el pretest, según la estadística descriptiva. Este factor es intrínseco para cada alumno, ya que la confianza en sus capacidades se refleja en los procesos llevados a cabo a lo largo del periodo académico, principalmente a través de las calificaciones. Es determinante debido a la naturaleza de la asignatura, dado que los estudiantes suelen desconfiar

de sus procesos, pensamientos y capacidades reflexivas en la interpretación de diferentes fenómenos físicos. Es tarea del docente de física potenciar la autoeficacia, informando sobre los fenómenos que se presentan y las bases teóricas para dicha materia (Zusho et al., 2003). Asimismo, generar espacios donde se desarrollen estrategias metacognitivas es importante para potenciar la autoeficacia en los alumnos (Thomas, 2013).

Además, el estado de ánimo o las actividades que se desarrollan fisiológicamente repercuten en reacciones al estrés o la ansiedad, lo que afecta a las creencias de control. Esto es consistente con los resultados del estudio, ya que un bajo nivel de ansiedad ante los exámenes puede influir en un cambio en el aprendizaje.

La ansiedad ante los exámenes (AE) ha aumentado con el tiempo, especialmente después de la pandemia del COVID-19, cuando los estudiantes desarrollaron conductas de estrés al presentar pruebas escritas, como llanto y movimientos involuntarios en manos y pies debido al nerviosismo. Según Pekrun, (2006), la ansiedad surge cuando los estudiantes manifiestan inseguridad en sus habilidades al enfrentarse a tareas académicas como la resolución de problemas; lo contrario sucede cuando confían en sus procesos, conocimientos y capacidades, lo que fomenta la esperanza académica. Cleary & Zimmerman, (2012) indican que el uso de estrategias centradas en la metacognición es útil para reducir la ansiedad en las clases y fomentar la esperanza, lo que contribuye a potenciar la gestión y selección de estrategias más efectivas para el aprendizaje de la física (Winarti et al., 2022).

En cuanto a la autorregulación metacognitiva (ARM), los resultados mostraron un comportamiento similar en el postest en comparación con el pretest en términos de la media. Esto se debe a que la autorregulación hace hincapié en la capacidad de un individuo para controlar su propio comportamiento y cognición, mientras que la metacognición contribuye a la reflexión y comprensión del propio pensamiento. Ambas habilidades ayudan a que los estudiantes regulen y controlen sus propios procesos de aprendizaje, así como las estrategias que utilizan. Es relevante observar que los estudiantes suelen prestar poca atención a sus procesos y a los materiales recibidos en clase, lo que se evidencia en la desorganización al tomar la información en el cuaderno y en la falta de comprensión de las lecturas. También les resulta difícil plantear preguntas orientadoras. Por otro lado, es común que los estudiantes esperen las respuestas o explicaciones del docente, como se observó en varias clases donde se aplicaron estrategias de aprendizaje planteadas por (Winarti et al., 2022). En este sentido, Yerdelen-Damar & Eryilmaz (2021) reconocen que la autorregulación metacognitiva puede potenciarse mediante estrategias similares a diagramas, ya que contribuyen a la comprensión de conceptos, procesos y al perfeccionamiento del aprendizaje.

La búsqueda de ayuda (BA) se refiere a la capacidad de los estudiantes para buscar apoyo y avanzar en su proceso de aprendizaje. Este tipo de estrategias fomenta en el estudiante una percepción de sus propias limitaciones, potencialidades y autonomía, ya que les permite identificar cuándo necesitan ayuda y buscar formas efectivas de superar obstáculos. Además, promueve el trabajo en equipo y la colaboración, aspectos que no suelen ser comunes entre los estudiantes a la hora de aprender. Sin embargo, se ha comprobado que la colaboración entre pares, como lo menciona Blajvaz et al. (2022), desarrolla habilidades de comunicación,

potencia la confianza mutua y fomenta la participación en los procesos de aprendizaje. En el contexto de la intervención, se observa que los estudiantes tienden a darse por vencidos cuando no comprenden o no pueden realizar una actividad y suelen preguntar muy poco al docente o a otros compañeros. Esto puede deberse a razones como el rechazo por parte de sus compañeros, el miedo a ser juzgados, el desinterés por la actividad en curso y la falta de estandarización en el pedido de ayuda dentro de la clase, lo que lleva a que los estudiantes prefieran un trabajo más individual que grupal.

Respecto al cambio en la conciencia metacognitiva y la motivación a partir de un programa en estrategias de aprendizaje, se analizaron por separado las subescalas que miden los diferentes componentes de ambas variables. Debido a esto, podemos afirmar que existió un cambio con respecto a la conciencia metacognitiva si miramos los resultados descriptivos de las medias (ver Tabla 3), puesto que las medias fueron superiores en el postest con respecto al pretest. Sin embargo, en lo que respecta a la motivación, no se evidenciaron cambios sustanciales entre los dos momentos de análisis.

La estadística inferencial muestra que la conciencia metacognitiva no sufre cambio ni tampoco evidencia mayores cambios a nivel motivacional. No obstante Blajvaz et al., (2022) enfatizan que implementar estrategias de aprendizaje diferentes a las tradicionales puede generar cambios significativos en el rendimiento de los estudiantes en física, además de favorecer el desarrollo de la motivación, la conciencia metacognitiva y el aprendizaje. Por otro lado Chang & Mao (1999) advierten que las habilidades metacognitivas pueden desarrollarse o no de acuerdo a la aplicación de estrategias de aprendizaje, del enfoque propuesto, del método y de la interacción de los docentes con los grupos.

En el ámbito educativo actual, es crucial fomentar la innovación al facilitar el aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, se han considerado las estrategias de aprendizaje propuestas por Dunlosky et al. (2013), las cuales abarcan 10 técnicas destinadas a fortalecer las habilidades de estudio para lograr un aprendizaje efectivo. Estas estrategias se han seleccionado por su facilidad de uso y su supuesta adaptabilidad por parte de los estudiantes. Aunque el autor considera que estas estrategias muestran beneficios y efectividad en diferentes áreas del conocimiento, especialmente en el ámbito de las lenguas extranjeras —donde el artículo original ofrece múltiples ejemplos—, desde el punto de vista de su implementación y diseño, no se presenta una estructura clara ni uniforme para su aplicación. Esto hace que, en la práctica, las estrategias resulten altamente dependientes del criterio de quien planifica la intervención.

Aunque se evidencia un porcentaje de éxito de cada una de las estrategias, el artículo base no hace hincapié en el contexto o la población en la que se mide dicha aceptación. Las estrategias propuestas por el autor sugieren una utilidad relativa. Adicionalmente, varias de las estrategias mencionadas como resaltar y releer, son utilizadas con frecuencia por los alumnos debido a su fácil aplicación, pero está demostrado que no garantizan un aprendizaje efectivo.

Limitaciones y avenidas futuras de investigación

El presente estudio presenta varias limitaciones que el lector debe tener presentes al interpretar los hallazgos. Una de las principales limitaciones es la ausencia de un grupo de

control que no haya recibido instrucción en estrategias de aprendizaje. Esto se debió a la naturaleza longitudinal del estudio y a la inclusión únicamente del grupo experimental.

Otra limitación es la falta de potencia estadística de algunos análisis, lo cual arrojaron resultados estadísticamente insignificantes a pesar de que los tamaños del efecto observados no fueron nulos. Por lo tanto, estudios futuros deberían replicar y ampliar el nuestro, incluyendo un diseño de investigación experimental con un grupo de control real y una muestra de estudiantes más grande para incluir los dos grupos.

Conclusiones

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de un programa de entrenamiento en estrategias de aprendizaje sobre la conciencia metacognitiva y la motivación en el área disciplinar de la física. A lo largo de la investigación se evaluaron las variables y se aplicó la intervención de instrucción de estrategias con base en el modelo de Dunlosky (2013).

En relación con la hipótesis planteada, está se confirmó de manera parcial. La hipótesis de investigación al utilizar los instrumentos MAI y el CMEA-II permitió evaluar el conocimiento y la regulación metacognitiva y se evidenciaron cambios posteriores al proceso de intervención. A nivel de los procesos de monitoreo y evaluación, y en relación con la motivación y el uso de estrategias, los cambios estuvieron asociados a variables como la orientación a metas intrínsecas, el valor de la tarea y la autoeficacia para el aprendizaje. En las demás medidas evaluadas no se observaron cambios.

Los resultados encontrados también permitieron confirmar que las dificultades en las creencias de control y en la autoeficacia de los estudiantes en el área de la física generan niveles altos de ansiedad ante los exámenes y ante cualquier prueba evaluativa. Esto repercute en la disminución de emociones positivas y, por tanto, en el rendimiento y en las posibilidades de éxito escolar de los estudiantes.

Es relevante considerar el ambiente emocional dentro del aula de clase como un actor que contribuye favorablemente en los procesos de interacción entre pares en el aula, a partir del respeto a la opinión, el trabajo en equipo, la resolución de preguntas sobre lo que no se ha comprendido, así como de los posibles conflictos que puedan presentarse en la interacción. Además, manejar altos niveles de motivación por parte del estudiante favorece pensamientos relacionados con la autoeficacia para el aprendizaje, con las posibilidades de éxito hacia el aprendizaje y disminuye las emociones negativas relacionadas con la ansiedad o la desesperanza.

A partir de los resultados obtenidos, se considera relevante fomentar la instrucción en estrategias de aprendizaje para el estudio de la física, entendiendo que, dentro de esta área, se relaciona tanto el contexto en el cual están inmersos los estudiantes (fenómeno físico) como la dimensión matemática que respalda la parte más experimental de la asignatura. Por esta razón resulta pertinente destacar algunas implicaciones conceptuales para la enseñanza de la física, derivadas del proceso de instrucción implementado:

- Motivación intrínseca y autonomía: los conceptos abstractos en física (como el

electromagnetismo o la mecánica cuántica) exigen estrategias que vinculen el aprendizaje con aplicaciones reales. La integración de la relevancia contextual (por ejemplo, proyectos sobre energía renovable) y la promoción de autonomía son claves para la motivación a largo plazo.

- Conciencia metacognitiva: la resolución de problemas en física requiere monitoreo constante de estrategias cognitivas. Errores comunes —como la confusión entre fuerza y energía— pueden abordarse mediante la reflexión guiada sobre el proceso de pensamiento.
- Aprendizaje activo y colaborativo: estrategias como el aprendizaje basado en indagación (IBL) desarrollan competencias científicas, al enfrentar a estudiantes a problemas abiertos con múltiples soluciones.

En el mismo sentido, es importante mencionar algunas recomendaciones prácticas para docentes y diseñadores curriculares, en la medida que esto puede promover un mejor aprendizaje, una mayor regulación sobre el mismo y como consecuencia, mejores resultados en el rendimiento académico de los estudiantes.

Por ello se recomienda a los educadores tener un diseño contextualizado, de manera que se puedan crear problemas basados en fenómenos locales (por ejemplo: eficiencia energética en edificios de la comunidad) e implementar una retroalimentación específica que identifique errores conceptuales (unidades, interpretación gráfica); tener un manejo de herramientas metacognitivas, como el uso de diarios reflexivos semanales con preguntas estructuradas: “¿Cómo validé mi solución? ¿Qué patrones detecté?”; o realizar la esquematización de la información en mapas conceptuales colaborativos para conectar teorías (termodinámica con electromagnetismo). A su vez se puede realizar la integración tecnológica inclusiva, haciendo uso de software que promueva la integración de los saberes a la práctica y vida cotidiana, a través de simulaciones PhET en contextos con limitados recursos físicos o las plataformas como Wolfram Alpha para modelado matemático accesible.

Finalmente, se sugiere implementar una evaluación procesual, que permita una valoración cualitativa y cuantitativa del proceso desarrollado, por medio de rúbricas que valoren la argumentación científica, no solo los resultados numéricos, así como autoevaluaciones con criterios claros sobre metacognición.

Este estudio es novedoso en tanto evidencia el potencial que tiene promover espacios para intervenir la metacognición y la motivación en los estudiantes a través de la instrucción y aplicación en programas que involucren diferentes estrategias de aprendizaje. Esto es especialmente relevante en el contexto de estudios para latinoamericano, donde tradicionalmente los estudios de este tipo se han desarrollado principalmente en países angloparlantes.

Declaraciones finales

Contribución de los Autores. Juan Pablo Henao Mejía y Karen Sofía Hurtado Vinasco: Administración del proyecto; Análisis formal; Conceptualización; Curación de datos; Investigación; Redacción – borrador original. Diana Marcela Montoya Londoño y Antonio Partida Gutierrez de Blume: Análisis formal; Curación de datos; Metodología; Redacción - revisión y edición; Supervisión.

Conflictos de interés. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses que declarar.

Financiación. Este estudio de investigación no cuenta con financiación para su elaboración. Los datos para este estudio se obtuvieron del proyecto, “Efecto de un programa de entrenamiento en estrategias de aprendizaje sobre la conciencia metacognitiva y la motivación en una muestra de estudiantes de media académica en clase de física en un colegio privado de la ciudad de Manizales”.

Implicaciones éticas. Los datos empleados en todos los análisis del presente estudio fueron anonimizados y des-identificados y, por lo tanto, las respuestas individuales de los participantes no pueden vincularse con ellos personalmente.

Datos abiertos. No se proporciona el acceso abierto a la información. Los datos analizados para el presente estudio son parte de la tesis del primer autor, los datos están sujetos a un embargo y no se pueden compartir públicamente.

Referencias

- Abdullah, H., Malago, J. D., & Arafah, K. (2021). The Implementation of Physics Learning through Online Mode during Pandemic Covid-19 Using Metacognitive Knowledge-based Materials. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(2), 220–227. <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i2.28583>
- Alt, D., & Raichel, N. (2020). Reflective journaling and metacognitive awareness: insights from a longitudinal study in higher education. *Reflective Practice*, 21(2), 145–158. <https://doi.org/10.1080/14623943.2020.1716708>
- Araya-Pizarro, S. C., & Espinoza Pastén, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propósitos y Representaciones*, 8(1). <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- Boekaerts, M. (1997). Self-regulated learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. *Learning and Individual Differences*, 7(2), 161–186.
- Bol, L., & Hacker, D. (2001). A comparison of the effects of practice tests and traditional review on performance and calibration. *Journal of Experimental Education*, 69(2), 133–151. <https://doi.org/10.1080/00220970109600653>
- Bol, L., Hacker, D., O’Shea, P., & Allen, D. (2005). The influence of overt practice, achievement level, and explanatory style on calibration accuracy and performance. *The Journal of Experimental Education*, 73(4), 269–290. <https://doi.org/10.3200/JEXE.73.4.269-290>
- Blajvaz, B. K., Bogdanović, I. Z., Jovanović, T. S., Stanislavljević, J. D., & Pavkov-Hrvojević, M. V. (2022). The jigsaw technique in lower secondary physics education: students’ achievement, metacognition and motivation. *Journal of Baltic Science Education*, 21(4), 545–557. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.545>
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. Weinert & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivación and understanding* (pp. 65–116). United States of America.: Lawrence Erlbaum.
- Chang, C., & Mao, S. (1999). The Effects on Students’ Cognitive Achievement When Using the Cooperative Learning Method in Earth Science Classrooms. *School Science and Mathematics*, 99(7), 374–379. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1999.tb17497.x>
- Chatzipanteli, A., Grammatikopoulos, V., & Gregoriadis, A. (2014). Development and evaluation of metacognition in early childhood education. *Early Child Development and Care*, 184(8), 1223–1232. <https://doi.org/10.1080/03004430.2013.861456>
- Cleary, T. J., & Zimmerman, B. J. (2012). A Cyclical Self-Regulatory Account of Student Engagement: Theoretical Foundations and Applications. In *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 237–257). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_11
- Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1581. [http://wsp.presidencia.gov.co/ Normativa/Leyes/Documents/LEY%201581%20DEL%2017%20DE%20OCTUBRE%20DE%202012.pdf](http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/LEY%201581%20DEL%2017%20DE%20OCTUBRE%20DE%202012.pdf)
- Dignath, C., Buettner, G., & Langfeldt, H. P. (2008). How can primary school students learn self-regulated learning strategies most effectively? A meta-analysis on self-regulation training programmes. *Educational Research Review*, 3(2), 101–129. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2008.02.003>
- Dembo, M.H., & Seli, H. (2004). Students’ Resistance to Change in Learning Strategies Courses. *Journal*

- of Developmental Education*, 27(3), 2-11.
- Dunlosky, J. (2013). Strengthening the student toolbox: Study strategies to boost learning. *American Educator*, 37(3), 12-21. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1021069.pdf>
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4-58. <https://doi.org/10.1177/1529100612453266>
- Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (Eds.). (2019). *The Cambridge handbook of cognition and education*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108235631>
- Efkides, A. (2014). How does metacognition contribute to the regulation of learning? An integrative approach. *Psychological Topics*, 23(1), 1-30. <https://psycnet.apa.org/record/2014-25618-001>
- Flavell, J. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring A New Area of Cognitive — Developmental Inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.34.10.906>
- González, A., Fernández, M. V. C., & Paoloni, P. V. (2017). Hope and anxiety in physics class: Exploring their motivational antecedents and influence on metacognition and performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 558–585. <https://doi.org/10.1002/tea.21377>
- Gutiérrez de Blume, A. P., & Montoya Londoño, D. M. (2021). Validación y examen de la estructura factorial del Metacognitive Awareness Inventory (MAI) en español con una muestra colombiana de estudiantes universitarios. *Psicogente*, 24(46), 58-81. <https://doi.org/10.17081/psico.24.46.4881>
- Gutierrez de Blume, A. P. (2022). Calibrating calibration: A meta-analysis of learning strategy instruction interventions to improve metacognitive monitoring accuracy. *Journal of Educational Psychology*, 114(4), 681-700. <https://doi.org/10.1037/edu0000674>
- Haeruddin, Prasetyo, Z. K., & Supahar. (2020). The Development of a Metacognition Instrument for College Students to Solve Physics Problems. *International Journal of Instruction*, 13(1), 767-782. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13149a>
- Haeruddin, Werdhina, I. K., Jarnawi, M., Syamsuriwal, Prasetyo, Z. K., & Supahar. (2023). Metacognition and Thinking Style: Unlocking the Potential of Physics Problem Solving. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11429–11440. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.6151>
- Hacker, D., & Bol, L. (2004). Metacognitive theory: Considering the social-cognitive influences. In D. McInerney & S. Van Etten (Eds.), *Research on sociocultural influences on motivation and learning: Big theories revisited*. (pp. 275–297). Information Age Press.
- Hernández-Sampieri, R., Fernandez-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2016). *Metodología de la Investigación* (Sexta).
- Hernández, E., Campos, E., Barniol, P., & Zavala, G. (2022). Phenomenographic analysis of students' conceptual understanding of electric and magnetic interactions. *Physical Review Physics Education Research*, 18(2), 020101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020101>
- Huertas, A., Vesga, G., & Galindo, M. (2014). Validación del instrumento inventario de habilidades metacognitivas "MAI" con estudiantes colombianos. *Revista Praxis & Saber*, 5(10), 55–74. <https://doi.org/10.19053/22160159.3022>
- Ibrahim, B., & Rebello, N. S. (2013). Role of mental representations in problem solving: Students'

- approaches to nondirected tasks. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(2), 1–17. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020106>
- Jing, H. (2006). Learner resistance in metacognition training? An exploration of mismatches between learner and teacher agendas. *Language Teaching Research*, 10(1), 95–117. <https://doi.org/10.1177/136216880601000107>
- Johnson, C., Boon, H., & Dinan Thompson, M. (2021). Cognitive Demands of the Reformed Queensland Physics, Chemistry and Biology Syllabus: An Analysis Framed by the New Taxonomy of Educational Objectives. *Research in Science Education*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-09988-4>
- Kluwe, R. (1982). Cognitive knowledge and executive control. In D. Griffin (Ed.), *Human mind- animal mind* (pp. 201–224). New York: Springer.
- Mayer, R. E. (2008). *Learning and instruction*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrile Prentice Hall.
- McDowell, L. D. (2019). The roles of motivation and metacognition in producing self-regulated learners of college physical science: a review of empirical studies. *International Journal of Science Education*, 41(17), 2524–2541. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1689584>
- Ministerio de Salud de la República de Colombia. (1993). Resolución Número 8430. República de Colombia. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430>
- Mohammed, S. (2016). Self-Regulated Strategy Instruction for Developing Speaking Proficiency and Reducing Speaking Anxiety of Egyptian University Students. *English Language Teaching*, 9(12), 22. <https://doi.org/10.5539/elt.v9n12p22>
- Moshman, D. (2017). Metacognitive Theories Revisited. *Educ Psychol Rev*, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9413-7>
- Mundilarto. (2003). Kemampuan mahasiswa menggunakan pendekatan analitis kuantitatif dalam pemecahan soal fisika [Students' ability to use quantitative analytical approaches in solving physics problems]. *Journal of Mathematics and Science Education/Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 3(VIII), 137–142.
- OECD. (2022). *Marco de Ciencias PISA 2025*. Marco de Ciencias PISA 2025.
- Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2014). *International Handbook of Emotions in Education* (R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia, Eds.; 1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203148211>
- Pintrich, P. ; A. O. (1988). Student learning and college teaching. New directions for teaching and learning. *College Teaching and Learning: Preparing for New Commitments. New Directions for Teaching and Learning*, 71–86.
- Pintrich, P. R. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667–686. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>
- Pintrich, P., Smith, D., Duncan, T., & McKeachie, W. (1991). A Manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Ann Arbor. Michigan*, 48409.

- Ramírez, M. C., Canto, J. E., Bueno, J. A., & Echazarreta, A. (2017). Validación Psicométrica del Motivated Strategies for Learning Questionnaire en Universitarios Mexicanos. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 11(29), 193–214. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v11i29.1563>
- Razali, M., & Wah, B. Y. (2011). Power comparison of Shapiro - Wilk, Kolmogorov- Smirnov, Lilliefors and Anderson- Darling Test. *J.Stat. Model. Analytics*, 2.
- Sarmiento, M., González, A. P., & Universitat Rovira i Virgili. Departament de Pedagogia. (2007). *La Enseñanza de las matemáticas y las NTIC una estrategia de formación permanente*. [Universitat Rovira i Virgili].
- Schneider, W. (2008). The Development of Metacognitive Knowledge in Children and Adolescents: Major Trends and Implications for Education. *Mind, Brain, and Education*, 2(3), 114–121. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2008.00041.x>
- Schneider, W., & Pressley, M. (2013). *Memory Development Between Two and Twenty*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203774496>
- Schraw, G., & Gutierrez, A. P. (2015). *Metacognitive Strategy Instruction that Highlights the Role of Monitoring and Control Processes* (pp. 3–16). https://doi.org/10.1007/978-3-319-11062-2_1
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351–371. <https://doi.org/10.1007/BF02212307>
- Schraw, Gregory, & Sperling- Dennison, R. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 460–475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>
- Thomas, G. P. (2013). Changing the Metacognitive Orientation of a Classroom Environment to Stimulate Metacognitive Reflection Regarding the Nature of Physics Learning. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1183–1207. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.778438>
- UNESCO. (2023). *TERCE: Results in Science Education*. Regional Office for Education.
- Veenman, M. V. (2016). Metacognition. In P. Afflerbach (Ed.), *Handbook of individual differences in reading: reader text, and context* (pp. 26–40). London: Routledge.
- Wade-Jaimes, K., Demir, K., & Qureshi, A. (2018). Modeling strategies enhanced by metacognitive tools in high school physics to support student conceptual trajectories and understanding of electricity. *Science Education*, 102(4), 711–743. <https://doi.org/10.1002/sce.21444>
- Wayne, D. W. (2002). *Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences* (Editorial Limusa S.A De C.V, Ed.; 4th ed.).
- Winarti, W., Ambaryani, S. E., & Putranta, H. (2022). Improving Learners' Metacognitive Skills with Self-Regulated Learning based Problem-Solving. *International Journal of Instruction*, 15(2), 139–154. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1528a>
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated engagement in learning. In *Metacognition in educational Theory and practice* (pp. 277–304). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Yerdelen-Damar, S., & Eryilmaz, A. (2021). Promoting Conceptual Understanding with Explicit Epistemic Intervention in Metacognitive Instruction: Interaction Between the Treatment and Epistemic Cognition. *Research in Science Education*, 51(2), 547–575. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9807-7>
- Zimmerman, B., & Moylan, A. (2009). Self -regulation: where metacognition and motivation intersect.

- In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. Graesser (Eds.), *Handbook of Metacognition in Education* (pp. 239–315). New York: Routledge.
- Zusho, A., Pintrich, P. R., & Coppola, B. (2003). Skill and will: The role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1081–1094. <https://doi.org/10.1080/0950069032000052207>

Anexo 1. Modelo de guía del programa de intervención con la propuesta de estructura.

ESTRATEGIAS DE ESTUDIO PARA EL FORTALECIMIENTO DEL APRENDIZAJE 10°.

Objetivo: Aplicar las estrategias de aprendizaje: **La palabra mnemotécnica.**

Fundamentación:

La palabra mnemotécnica: Para facilitar el aprendizaje, el estudiante utiliza las claves mnemotécnicas, es una técnica basada en imágenes interactivas, esta estrategia fue desarrollada por Atkinson & Raugh, (1975) Los beneficios potenciales de la palabra clave mnemotécnica se han explorado ampliamente y su poder reside en parte al uso de imágenes interactivas. En particular, la imagen interactiva implica una elaboración que integra las palabras de manera significativa, y las propias imágenes deberían ayudar a distinguir la traducción buscada en otras candidatas. **Por ejemplo,** La imagen de un “Molar grande” distingue al “diente” (el objetivo) de otros candidatos como relevantes para los dentistas (p ej., encías, taladros, hilo dental). Estas palabras pueden ser de utilidad para estudiantes de diferentes edades y habilidad para una variedad de materiales(Dunlosky, 2013).

Los beneficios de las palabras mnemotécnicas pueden darse en

- Vocabulario en idiomas extranjeros.
- Las definiciones en palabras oscuras de terminología inglés y vocabulario científico.
- Terminología médica.
- Formulas o terminología de las ciencias en general.

También se ha demostrado que la técnica mejora el desempeño de los estudiantes en una variedad de tareas de transferencia:

- Ayuda a generar oraciones apropiadas usando inglés recién (P. Brown et al., 2018)
- Adaptar el vocabulario recién adquirido a contextos semánticamente novedosos (Mastropieri et al., 1990)

La abrumadora evidencia de que la palabra clave mnemotécnica puede mejorar la memoria para muchos tipos de material y estudiantes le ha convertido en una técnica relativamente popular.

Un ejemplo es el sistema fonético.

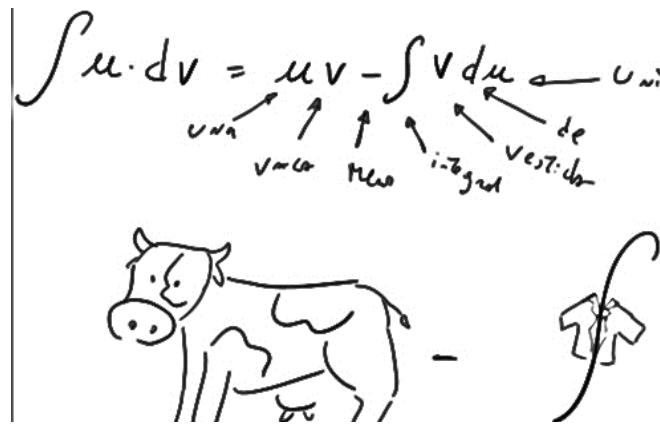


Imagen tomada de https://verne.elpais.com/verne/2017/05/29/articulo/1496058344_053178.html

Actividades:

Individual: Partiendo del hecho que se está trabajando Movimiento parabólico, y esta se define como un movimiento que es realizado por cualquier objeto que describe una trayectoria en parábola. El movimiento parabólico es un ejemplo de movimiento realizado por un objeto en dos dimensiones o sobre un plano XY. Puede considerarse como la combinación de dos movimientos que son un movimiento horizontal uniforme y un movimiento vertical

Después de lo mencionado anteriormente intenta crear una frase mnemotécnica que ayude a la memorización de las respectivas fórmulas que expliquen cada una de las fórmulas de este movimiento.

Movimiento Horizontal	
Movimiento Vertical	

Grupal: Socializa en grupo las frases construidas, y adjunta un dibujo que describa cada una de las frases y su relación con las formulas

--	--

Profundización: Desarrollar el proceso anterior aplicado a Otra de las fórmulas, pero desarrollado de forma individual.

--	--

Referencias de la guía de intervención

- Atkinson, R. C., & Raugh, M. R. (1975). An application of the mnemonic keyword method to the acquisition of a Russian vocabulary. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1(2), 126–133. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.1.2.126>
- Brown, P., Rodieger III, H., & McDaniel, M. (2018). *Apréndetelo: La ciencia del aprendizaje exitoso* (Paídos).
- Dunlosky, J. (2013). Strengthening the Student Toolbox. *American Educator*, 37(3), 12–21. <http://www.aft.org/sites/default/files/periodicals/dunlosky.pdf>
- Mastropieri, M. A., Scruggs, T. E., & Mushinski Fulk, B. J. (1990). Teaching Abstract Vocabulary with the Keyword Method: *Journal of Learning Disabilities*, 23(2), 92–96. <https://doi.org/10.1177/002221949002300203>