



**Ondas sonoras en la vida cotidiana: Aprendizaje Significativo mediante la integración de
las áreas de matemáticas y física en una secuencia didáctica**

Yoneider Morales Gaviria

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de: Licenciado en
Matemáticas

Asesora

Olga Emilia Botero Hernández, Magíster en educación

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Licenciatura en matemáticas

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita	(Morales Gaviria, 2024)
Referencia	Morales Gaviria, Y. (2024). <i>Ondas sonoras en la vida cotidiana: Aprendizaje Significativo mediante la integración de las áreas de matemáticas y física en una secuencia didáctica</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Educación

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a Dios primero que todo, a mi familia, mi madre María Herlid Gaviria Berrío, a mi esposa, Verónica Arenas Quintero, a mis bebés mellizos que vienen en camino mi padre, Octavio, que ya no está entre nosotros, gracias por creer en mí como profesional que me he estado esforzando en el tiempo. Gracias por estar siempre conmigo, mi familia, mi esposa y mi viejo.

Agradecimientos

Mi más gran agradecimiento a Dios, a mi familia, mi esposa y a mis hijos mellizos que vienen en camino, a mis padres y a la Asesora Olga Emilia Botero por sus intervenciones constantes en este camino que no fue tan fácil.

Tabla de contenido

Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción	10
1. Contextualización	11
1.1. Situación y Entorno de la Problemática.....	11
1.1.1. Principios Pedagógicos.....	11
1.2. Plan de Estudio:	12
3. Justificación	19
4. Antecedentes.....	23
4.1. Secuencias didácticas y estrategias pedagógicas relacionadas a las matemáticas y/o física	23
4.2. Experiencias docentes relacionadas con el aprendizaje significativo.....	25
4.3 Secuencias didácticas y estrategias pedagógicas relacionadas a las matemáticas y/o física relacionadas con el aprendizaje significativo	27
5. Objetivos.....	29
5.1 Objetivo general.....	29
5.2 Objetivos específicos	29
6. Referencias teóricas	30
6.1. Teoría Aprendizaje Significativo.....	30
6.1.1. Aprendizaje de representación:	32
6.1.2. Aprendizaje de conceptos:.....	33
6.1.3. Aprendizaje de proposiciones:.....	34
6.2. Estrategias Didácticas	37

6.2.1. Clase Magistral	38
6.2.2. Posibilitar La Pregunta	39
6.2.3. Lluvia De Ideas.....	40
6.2.4. Estudio De Casos.....	41
6.2.5. Trabajo Colaborativo.....	41
7. Marco metodológico	43
7.1. Diseño de Investigación.....	45
7.2 Fases de investigación.....	47
Fase 1: Observación.....	47
Fase 2: Análisis.....	47
Fase 3: Acción	48
7.3. Población y Muestra	49
7.4. Fases de la investigación paso a paso	50
Primer ciclo.....	50
Segundo ciclo	57
8. Resultados y Análisis	60
9. Conclusiones.....	64
10. Referencias.....	66
11. Anexos	72

Lista de Tablas

Tabla 1 Categorías de análisis	36
Tabla 2. Matriz de la Aplicación del Pre-test	51
Tabla 3 Matriz de actividad de una experiencia de sonido en la vida cotidiana.....	54
Tabla 4. Matriz de Actividad con Canciones y Conceptos Matemáticos.....	56

Lista de Figuras

Figura 1. Fases del proceso investigativo	48
Figura 2 Etapas del proceso investigativo	49
Figura 3 Pre-test estudiante 1	52
Figura 4 Pre-test estudiante 2.....	53
Figura 5 Post-test estudiante 1	58
Figura 6 Post-test estudiante 2	58

Resumen

Este trabajo tiene por objetivo central identificar los aprendizajes significativos que se generaron en los estudiantes del grado noveno del colegio Cosmo School, a partir del estudio de las ondas sonoras, teniendo en cuenta la aplicación de estrategias didácticas entre las que se incluye: la clase magistral, posibilitar la pregunta, lluvia de ideas y trabajo de casos. La investigación se basó en la teoría del aprendizaje significativo planteada por David Ausubel, quien afirma que el contenido del aprendizaje está relacionado de manera no arbitraria y sustantiva con lo que los estudiantes ya saben. El aprendizaje es significativo cuando el contenido es relevante (Ausubel et al., 1976, p. 8).

La investigación fue de carácter cualitativo, para la cual se llevó a cabo un diseño experimental que contempló la evaluación al grupo de estudiantes de noveno grado en el Colegio Cosmo School antes y después de las secuencias didácticas sobre las ondas sonoras.

A partir de este estudio se identificaron los aprendizajes significativos de los estudiantes, en sus tres categorías: el Aprendizaje de representaciones, Aprendizaje de conceptos y Aprendizaje por proposiciones que se generaron a partir de la aplicación de la secuencia didáctica mediante la articulación de conocimientos desde la física y las matemáticas.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, Ondas sonoras, Conocimientos previos, Estrategias de enseñanza y Educación.

Abstract

The main objective of this work is to identify the significant learning that was generated in the ninth grade students of the Cosmo School, in relation to the study of sound waves, from the application of didactic strategies that include: the master class, enable questioning, brainstorming and casework. The research is based on the theory of meaningful learning proposed by David Ausubel, who states that the content of learning is related in a non-arbitrary and substantive way to what students already know. Learning is meaningful when the content is relevant (Ausubel et al., 1976, p. 8).

The research was qualitative in nature, for which an experimental design was carried out that included the evaluation of the group of ninth grade students at the Cosmo School before and after the didactic sequences on sound waves.

From this study, the significant learning of the students is identified, in its three categories: Learning of representations, Learning of concepts and Learning by propositions that are generated from the application of the didactic sequence through the articulation of knowledge from the physics and mathematics.

Keywords: Meaningful learning, Sound waves, Previous knowledge, Teaching strategies and Education.

Introducción

Esta investigación se desarrolló en el marco de la práctica pedagógica de la facultad de educación en la Universidad de Antioquia, la cual se llevó a cabo en el Colegio Cosmo School, de Medellín, durante los semestres 2023_1 y 2023_2.

En esta investigación, se identificaron los aprendizajes significativos logrados por estudiantes de noveno grado con respecto a la temática de las ondas sonoras, a partir de su participación en espacios de aprendizaje en los que se aplicaron estrategias didácticas, como la clase magistral, posibilitar la pregunta, lluvia de ideas y trabajo de casos sobre el tema de las ondas sonoras en la vida cotidiana en las clases de matemáticas y física.

Para lograr estos objetivos se utilizaron las herramientas ofrecidas por la investigación cualitativa según Hernández Sampieri, (2014), para la cual se emplearon diversas técnicas de recolección de datos como los cuestionarios, la observación directa y participante y la entrevista.

Esta investigación se enmarcó en la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel, quien plantea que “el aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante preexistente en la estructura cognitiva” (Ausubel, 1983, p.2).

A partir de lo anterior se consideró prudente investigar acerca de ¿cuáles son los aprendizajes significativos que surgen en los estudiantes, a partir de la implementación de una secuencia didáctica sobre las ondas sonoras en la vida cotidiana, que integra conceptos de Matemáticas y Física?

Se pudo concluir que al desarrollar secuencias didácticas que permiten la participación activa de los estudiantes y favorecen la integración de conceptos físicos y matemáticos alrededor de la temática de las ondas sonoras, fue posible observar en los estudiantes aprendizajes de representación, conceptuales y de proposición.

1. Contextualización

1.1. Situación y Entorno de la Problemática

La práctica pedagógica se llevó a cabo en el Colegio Cosmo School, ubicado en el barrio La Candelaria de Medellín. Esta institución, de carácter privado, ha estado operando desde el año 2020 y se destaca por su enfoque innovador en la educación a lo largo de los distintos niveles de formación de sus alumnos, que van desde pre-jardín hasta grado undécimo.

1.1.1. Principios Pedagógicos

El Colegio Cosmo School propone una ruta de aprendizaje para sus estudiantes, dividida en diferentes etapas denominadas "escuelas", las cuales se corresponden con los grados regulares según se muestra a continuación, obtenida de la página web de Cosmo School (2022):

- La "Escuela Explora" comprende los grados de transición, primero y segundo.
- La "Escuela Crea" abarca los grados tercero, cuarto y quinto.
- La "Escuela Construye" incluye los grados sexto, séptimo y octavo.
- Finalmente, la "Escuela Inspira" engloba los grados noveno, décimo y once.

La presente investigación se realizó con uno de los grupos de la Escuela Inspira del Cosmo School, el que corresponde con el grado 9 de una institución convencional. En el Cosmo School, el aprendizaje tiene como objetivo enriquecer el desarrollo integral de los estudiantes.

El Cosmo School (2022), el aprendizaje tiene diferentes momentos que se definen de la siguiente manera:

El "Momento Científico" se centra en el fomento del pensamiento científico, matemático crítico, creatividad, conciencia ambiental y de salud.

El "Momento de Vida y Sociedad", se busca cultivar la sensibilidad, creatividad, apreciación estética y habilidades de comunicación entre los estudiantes.

El "Momento Corporal" brinda oportunidades para que los estudiantes exploren habilidades deportivas, corporales, artísticas y lúdicas, fomentando el autoconocimiento, el respeto por la diversidad y la conciencia corporal.

El enfoque de "Worldview" se centra en el desarrollo de habilidades lingüísticas en inglés, así como en el fortalecimiento de la creatividad, empatía, pensamiento crítico, autonomía, comunicación efectiva y colaboración.

El "Momento de Conexión" permite a los estudiantes formar parte de una comunidad de cuidado mutuo, proporcionando un contexto seguro emocionalmente.

El "Momento de Exploración" busca fomentar la autorregulación, la curiosidad por aprender, la colaboración, la búsqueda de significado y la sensibilidad social a lo largo de la experiencia escolar.

1.2. Plan de Estudio:

El diseño del plan de estudios en Cosmo School se basa en la integración de momentos y ciclos, dando lugar a la construcción de tres niveles de objetivos esenciales.

En primer lugar, las aspiraciones del aprendizaje establecen el perfil del egresado para cada ciclo escolar, delineando los logros deseados en cada etapa educativa. Este pilar tiene como objetivo fundamental fomentar el desarrollo académico y personal de los estudiantes a lo largo de su trayectoria educativa.

En segundo lugar, los propósitos de aprendizaje son enunciados que identifican los conocimientos, competencias y habilidades que los estudiantes deben demostrar durante su proceso formativo. Estos propósitos están estrechamente vinculados con las aspiraciones de aprendizaje, proporcionando un marco de referencia para evaluar el progreso de los estudiantes a lo largo del plan educativo.

Por último, los aprendizajes esenciales representan los conocimientos fundamentales que los estudiantes deben adquirir en cada etapa para alcanzar los propósitos de aprendizaje establecidos. Estos constituyen las bases esenciales que impulsan el aprendizaje de los estudiantes, proporcionando habilidades y competencias que pueden aplicarse en su vida cotidiana.

Estos tres niveles de objetivos aseguran una estructuración sólida y coherente que guía el diseño e implementación del plan de estudios de la institución, garantizando una educación integral y de calidad para todos los estudiantes.

El objetivo primordial de Cosmo School es transformar la educación, definiéndose como un colegio no tradicional. Esto implica la adopción de metodologías y estrategias de aprendizaje distintas a las convencionales ofrecidas por la mayoría de los colegios en Colombia. En este contexto, el Cosmo School (2022) implementa una estrategia de aprendizaje innovadora, fundamentada en los siguientes pilares:

1. Búsqueda de propósito a través de experiencias inspiradoras: Se promueve la exploración y el descubrimiento personal de los estudiantes, fomentando la búsqueda activa de su propósito de vida a través de experiencias significativas y motivadoras.
2. Desarrollo de la creatividad: Se estimula la creatividad y la originalidad en el proceso de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes explorar nuevas ideas, soluciones y perspectivas en un ambiente que valora la innovación.
3. Aprendizaje autónomo: Se fomenta la autonomía y la responsabilidad en el proceso de aprendizaje, brindando a los estudiantes las herramientas y el apoyo necesarios para que puedan dirigir su propio aprendizaje de manera activa y auto dirigida.
4. Dominio del inglés: Se prioriza el desarrollo del dominio del idioma inglés como una habilidad fundamental para el éxito académico y profesional en un mundo cada vez más globalizado y multicultural.
5. Conexiones con la educación terciaria: Se establecen vínculos y colaboraciones con instituciones de educación superior para facilitar el acceso de los estudiantes a oportunidades de aprendizaje avanzado y para prepararlos de manera integral para su ingreso y desempeño en la educación superior.

2. Planteamiento del problema

En muchas aulas, los procesos de enseñanza-aprendizaje tienden a ser aislados y desconectados de la realidad cotidiana de estudiantes y docentes. Esto a menudo se traduce en una experiencia educativa fragmentada, donde los maestros transmiten contenidos disciplinarios de manera mecánica, centrándose en cumplir con los estándares curriculares establecidos, sin necesariamente relacionarlos con la vida diaria de los niños, niñas y adolescentes.

En este enfoque tradicional, el aprendizaje se percibe como un conjunto de datos y conceptos aislados, lo que puede dificultar la comprensión profunda y la aplicación práctica de los conocimientos. Esta desconexión entre el aula y la vida real plantea la necesidad de repensar los métodos de enseñanza y promover un enfoque más integrador que permita a los estudiantes relacionar lo que aprenden con su entorno y experiencias diarias, fomentando así un aprendizaje más significativo y relevante.

Durante los semestres 2023-1 y 2023-2, se realizó un seguimiento en las clases de matemáticas y física del Colegio Cosmo School, y se evidenció desarticulación entre ambas disciplinas. La problemática central identificada fue la integración deficiente entre las matemáticas y la física. La desarticulación que se menciona se evidenció en una de las clases de física, donde los estudiantes debían construir una nave, pero sin profundizar en los fundamentos matemáticos que sustentaban los alcances de vuelo de la misma.

Esta falta de integración representó una oportunidad para acercar a los estudiantes a una comprensión significativa del conocimiento matemático, demostrando como las matemáticas son esenciales para la construcción de la nave, y por extensión, en aplicaciones del mundo real. En contraste, otras experiencias en el colegio mostraron que una articulación efectiva entre ambas disciplinas resultó en una comprensión más profunda del conocimiento.

En este contexto educativo actual, la integración de disciplinas se ha convertido en un enfoque pedagógico relevante para promover un aprendizaje significativo y contextualizado. Las Matemáticas en el proceso de formación integral, señalando que el contenido matemático es fundamental para comprender otros contenidos más complejos y para el desarrollo de diversas habilidades intelectuales a través de un trabajo interdisciplinario adecuado:

El contenido matemático es aquella parte de la cultura y experiencia social relacionada con la matemática que debe ser adquirida por los estudiantes en correspondencia con el valor científico de este. Constituye la piedra angular para comprender otros contenidos más complejos de la propia asignatura y de otras, en su carácter único y diverso, por lo que es importante lograr un trabajo interdisciplinario en la formación y desarrollo de diferentes habilidades intelectuales a partir de una adecuada sistematización. (Rojas y Graus, 2020, p. 304)

A la luz de las experiencias en la institución educativa, se considera entonces que la inclusión de procesos propios del enfoque STEAM¹ es crucial. Según Yackman (2008), estas metodologías promueven la integración y el desarrollo de materias científico-técnicas y artísticas en un único marco interdisciplinar, lo que ayuda a que el conocimiento no se perciba como algo abstracto, sino que se relacione con la realidad de los estudiantes. El trabajo alrededor de los procesos STEAM puede contribuir a que el conocimiento ya no se retrate como algo abstracto, sino que pueda relacionarse más con sus realidades, donde los estudiantes no se enfrenten solo a problemas propios de una disciplina, sino a problemas que requieren de abordajes desde diferentes áreas del conocimiento.

En el ámbito educativo contemporáneo, la incorporación de las disciplinas STEAM emerge como un enfoque pedagógico clave, propiciando un ambiente pedagógico que puede poner en práctica el aprendizaje significativo. En el marco de la integración del modelo STEM y su relación con la metacognición es esencial para metodologías activas, manipulativas, constructivistas y por descubrimiento, promoviendo un aprendizaje significativo en múltiples dimensiones:

El marco de la integración del modelo STEM y su relación con la metacognición es de especial interés en este ámbito. El aprendizaje significativo, tanto en su vertiente social, como socio-humanística o comportamental, es un marco idóneo para estas metodologías activas, manipulativas, constructivistas y por descubrimiento. (Bautista-Vallejo y Hernández-Carrera, 2020, p. 21)

¹ STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics (en español: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)

En este contexto, la enseñanza de las ondas sonoras en el noveno grado del Colegio Cosmo School se presentó como una oportunidad para integrar los conocimientos de Matemáticas y Física en la vida diaria de los estudiantes. Esta integración se vio influenciada tanto por el entorno contextual como por el enfoque pedagógico promovido por la institución, que fomenta una experiencia educativa enriquecida por la creatividad de los alumnos y su capacidad para aplicar los conceptos de las ondas sonoras a situaciones cotidianas. La práctica pedagógica enfocada al aprendizaje significativo “en la escuela sería más que una teoría, sería una filosofía, un paradigma, en otro sentido, en otra dirección.” (Moreira, 2017, p.2)

En este grupo académico, uno de los retos educativos identificados radicaba en la consecución de un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes en relación con las ondas sonoras. Este fenómeno físico se veía influenciado tanto por el entorno contextual como por el enfoque pedagógico promovido por la institución, que fomenta una experiencia educativa enriquecida por la creatividad de los alumnos y su capacidad para aplicar los conceptos de las ondas sonoras a situaciones cotidianas. Esta dinámica implicó una integración efectiva de los conocimientos emanados de las disciplinas de Matemáticas y Física, con la finalidad de que los estudiantes adquirieran una comprensión más profunda y aplicable de este fenómeno en su vida diaria. Este proceso parte de la comprensión del aprendizaje significativo que plantea Ausbel (1983):

El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante ("subsunsor") pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" a las primeras. (p. 2)

La comprensión, en el marco del aprendizaje significativo, ocurre cuando una nueva información se conecta con conceptos relevantes preexistentes en la estructura cognitiva del individuo, permitiendo que las nuevas ideas se aprendan de manera significativa. No obstante, a pesar de los esfuerzos institucionales, persisten desafíos como la carencia de una comprensión profunda de los conceptos y la aplicación efectiva de las teorías en la vida cotidiana de los estudiantes.

El aprendizaje significativo, considerado como “la adquisición de nuevos conocimientos con significado, comprensión, criticidad y posibilidades de usar esos conocimientos en explicaciones, argumentaciones y solución de situaciones problema, incluso nuevas situaciones” (Moreira, 2017, p.2), genera condiciones de posibilidad para una profundización del conocimiento en distintos aspectos, mejorando los procesos de enseñanza-aprendizaje. En consonancia con esta premisa, esta investigación tenía como objetivo que el aprendizaje significativo emergiera a partir de la implementación de una secuencia didáctica sobre las ondas sonoras en la vida cotidiana, integrando conceptos de Matemáticas y Física. La implementación se concibió en el marco del noveno grado del Colegio Cosmo School, con el propósito de capacitar a los estudiantes para entender las ondas sonoras desde una óptica teórica y práctica, proporcionándoles competencias para aplicar estos conocimientos en su vida diaria.

La necesidad de analizar cómo la integración de las disciplinas de Matemáticas y Física en la enseñanza de las ondas sonoras incide en la adquisición de aprendizajes significativos, constituye el núcleo problemático de esta investigación. El aprendizaje significativo es una estrategia que convierte el conocimiento en algo utilizable en diversas situaciones, y sentando las bases para un aprendizaje continuo a lo largo de la vida:

El aprendizaje significativo es una estrategia de aprendizaje que promueve aprendizajes con sentido, relacionados con el contexto socioeducativo de quien aprende, de tal modo que los aprendizajes se convierten en conocimiento, que puede ser usado en diferentes situaciones. La importancia de este tipo de aprendizaje es que sienta las bases que permitirán seguir aprendiendo durante toda la vida. (Mazón et al., 2022, p. 238)

En resumen, este estudio surgió de la necesidad de promover el vínculo interdisciplinar de las matemáticas y la física, además se centró en identificar y evaluar los aprendizajes significativos generados a través de secuencias didácticas específicas, mediante trabajos colaborativos entre los estudiantes, integrando conceptos de las dos áreas en la enseñanza de las ondas sonoras. La pregunta central de esta investigación es: ¿Cuáles son los aprendizajes significativos que surgen en estudiantes de grado noveno del Cosmo School, a partir de la implementación de una secuencia didáctica sobre ondas sonoras, en la que se integran conceptos de Matemáticas y Física?

3. Justificación

Un pensamiento recurrente entre los docentes es la necesidad de llevar a cabo procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula que permitan una comprensión adecuada de la disciplina por parte del estudiante. Para ello, es importante evaluar los planteamientos pedagógicos que se tienen en el aula, realizando un análisis antes, durante y después de impartir la clase. Ante esta necesidad, este trabajo de grado surge con la intención de iniciar procesos de reflexión docente, examinando la práctica pedagógica, las intenciones iniciales respecto a lo que se enseña y lo que realmente aprenden los estudiantes. “El conocimiento pedagógico del cual se apropia el docente en formación para explicar y problematizar su enseñanza, en un ejercicio reflexivo, es una herramienta para ampliar la mirada sobre las propias acciones y conceptualizar lo que se hace” (Castellanos y Yaya, 2012, p. 5). Así, se plantea la necesidad de cuestionarse sobre los aprendizajes significativos que emergen a partir de la propuesta de secuencia didáctica en matemáticas y física, específicamente con el tema de las ondas sonoras.

La integración de conceptos y aplicaciones de matemáticas y física permite que los estudiantes desarrollen una comprensión más profunda e integral de los fenómenos, superando la mera memorización de fórmulas y la ejecución mecánica de ejercicios sin entender su aplicación e importancia real. Se busca comprender el porqué y el cómo detrás de los conceptos y fórmulas científicas y matemáticas.

Evaluar los aprendizajes significativos que se dan en el aula genera las condiciones para comprender cómo los conocimientos adquiridos pueden ser relevantes en la vida diaria de los estudiantes. Específicamente, cómo las matemáticas y la física, en particular la comprensión de las ondas sonoras, pueden ser aplicadas en la vida práctica, con la intención de aumentar la motivación por el aprendizaje al ver su influencia en la vida profesional y personal de los estudiantes, contribuyendo a su proyecto de vida.

Se entiende que el desarrollo de habilidades interdisciplinarias puede permitir a los estudiantes abordar problemas desde múltiples perspectivas, favoreciendo una formación integral no solo intelectual, sino también relacional, preparándolos para enfrentar desafíos desde diversos campos. Esta capacidad de abordar problemas complejos es crucial, ya que los estudiantes desarrollan habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la capacidad

de análisis, todas necesarias para comprender y resolver problemas en el mundo real, donde las soluciones rara vez se encuentran dentro de una única disciplina.

La relevancia de abordar esta temática radica también en la contextualización del conocimiento. Integrar la matemática de las ondas sonoras con la física asociada no solo fortalece la comprensión científica de los estudiantes, sino que también les permite ver cómo estos conceptos se aplican en contextos diversos. Este enfoque hace que el aprendizaje sea más relevante y significativo, ayudando a los estudiantes a conectar lo que aprenden en el aula con situaciones de la vida cotidiana y otros campos del conocimiento. Además, este enfoque interdisciplinario fomenta la creatividad de los estudiantes, al combinar conocimientos de distintas áreas, los estudiantes aprenden a pensar de manera innovadora y a encontrar soluciones originales a problemas complejos. Este tipo de aprendizaje promueve la flexibilidad mental y la capacidad de adaptarse a diferentes escenarios, habilidades esenciales en un mundo en constante cambio.

La interdisciplinariedad proporciona una visión más amplia y profunda de los temas, permitiendo a los estudiantes ver cómo los conceptos y habilidades de una disciplina pueden complementar y mejorar su comprensión de otra. Este enfoque lleva a una educación más integral, donde los estudiantes desarrollan un conocimiento más completo y conectado. Este tipo de aprendizaje fomenta un mayor compromiso y motivación, ya que los estudiantes no son meros receptores pasivos de información, sino participantes activos en la construcción de su propio conocimiento.

En este contexto, las matemáticas y la física emergen como disciplinas clave que pueden arrojar luz sobre el fenómeno de las ondas sonoras y su impacto en la vida humana. Desde una perspectiva matemática, es fundamental comprender las características de las ondas sonoras, como su frecuencia, longitud de onda, amplitud y velocidad de propagación. La física, por su parte, proporciona el marco teórico necesario para analizar cómo las ondas sonoras interactúan con el cuerpo humano y afectan el sistema nervioso, la percepción sensorial y la fisiología.

La presente investigación tiene como objetivo fundamental transformar la enseñanza de las matemáticas, dotándola de una perspectiva que la conecte de manera significativa con la vida cotidiana de los estudiantes y su interacción con otras disciplinas. Esta transformación busca trascender el enfoque tradicional de la enseñanza matemática, que a menudo se percibe como aislada y abstracta, y se propone promover una educación matemática que se entrelace de manera orgánica con las experiencias diarias de los estudiantes y con otras áreas del conocimiento. De

esta manera, se busca no solo mejorar la comprensión y aplicabilidad de las matemáticas, sino también fomentar un aprendizaje más profundo, significativo y relevante para los estudiantes, que les permita abordar desafíos del mundo real de manera más efectiva y desarrollar habilidades que trasciendan las fronteras de una sola disciplina.

Consideramos la vida del estudiante como una fuente fundamental de conocimiento, y más aún, como el eje principal para la búsqueda de contextos y situaciones que propicien la necesidad de interpretar y organizar matemáticamente las realidades vinculadas a su propia evolución, así como a la historia social y cultural de la humanidad. (Cantoral et al., 2014, p.105)

A partir de la identificación de estas necesidades en el aula, surge la necesidad de reflexionar sobre las estrategias didácticas empleadas por los docentes. Este análisis busca implementar mejoras pedagógicas que optimicen el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este contexto, es fundamental desarrollar e implementar metodologías didácticas innovadoras y efectivas que respondan a las demandas educativas actuales, promoviendo así un aprendizaje significativo y profundo para los estudiantes. Las estrategias didácticas fomentan el trabajo colaborativo y su adecuada implementación promueve el aprendizaje significativo, el cual, según Ausubel, se genera cuando "los contenidos son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe" (Ausubel, 1983, p.326). Este tipo de aprendizaje va más allá de la mera transmisión de información sobre conceptos y teorías, combinando experiencias previas y nuevas con herramientas que faciliten la construcción de nuevos conocimientos.

Aunque esta investigación aborda una experiencia y un problema local, como la consecución de aprendizajes significativos en ciertas temáticas, también tiene la intención de promover la articulación entre las áreas de matemáticas y física. Este enfoque busca no solo resolver un desafío educativo específico, sino también fomentar una integración disciplinaria que enriquezca el proceso de enseñanza-aprendizaje y contribuya al desarrollo de competencias interdisciplinarias en los estudiantes. En este sentido, se pretende que los estudiantes logren "conectar con un concepto relevante, preexistente en la estructura cognitiva" (Ausubel, 1983). Este concepto relevante puede variar según cada estudiante e incluir aspectos como el sonido, las ondas sonoras, su propagación y la velocidad de las ondas. Es decir, se procura que los

estudiantes utilicen lo aprendido previamente en física y matemáticas sobre las ondas sonoras, así como sus experiencias cotidianas, para fortalecer su comprensión y aplicación de dichos conceptos.

El estudio de las ondas sonoras desde la matemática y la física en el contexto educativo busca no solo enriquece el aprendizaje teórico al proporcionar una comprensión más profunda de conceptos, sino que también ofrece la oportunidad de explorar la interdisciplinariedad y promover el aprendizaje activo y autónomo. Esto se alinea con la visión pedagógica de Cosmo School, que busca transformar la educación mediante enfoques pedagógicos no tradicionales y experiencias inspiradoras.

Esta investigación tiene la intencionalidad de aportar información sobre los aprendizajes significativos obtenidos por los estudiantes mediante la aplicación de estrategias didácticas en articulación con el área de física y matemáticas. Comprendiendo el aprendizaje significativo, según Moreira (2017), como “la adquisición de nuevos conocimientos con significado, comprensión, criticidad y posibilidades de usar esos conocimientos en explicaciones, argumentaciones y solución de situaciones problema, incluso nuevas situaciones” (p.2).

Además, desde la perspectiva de docentes en formación, esta investigación puede ofrecer una oportunidad de desarrollar nuevas habilidades pedagógicas y una comprensión más profunda de cómo las matemáticas y la física pueden aplicarse en contextos prácticos y significativos. La experiencia adquirida en este proyecto tuvo como objetivo enriquecer la futura práctica docente del investigador y su capacidad para inspirar y motivar a los estudiantes.

4. Antecedentes

En el presente apartado se muestran investigaciones previas realizadas por académicos de diversas universidades, las cuales se centran en dos temas principales: secuencias didácticas y estrategias pedagógicas relacionadas a las matemáticas y/o física y, las experiencias docentes relacionadas con el aprendizaje significativo. A través de estas investigaciones, se ha buscado comprender cómo la implementación de estrategias pedagógicas específicas puede enriquecer la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y fomentar una asimilación profunda de los conceptos enseñados, destacando la importancia de profundizar en estos temas. En este contexto, la presente investigación pretende contribuir a este cuerpo de conocimiento explorando el aprendizaje significativo en la integración de matemáticas y física, específicamente en la enseñanza de las ondas sonoras en la vida cotidiana de estudiantes de noveno grado en el Colegio Cosmo School.

4.1. Secuencias didácticas y estrategias pedagógicas relacionadas a las matemáticas y/o física

El objetivo del presente apartado es presentar tres investigaciones relacionadas con secuencias didácticas y estrategias pedagógicas en el ámbito de las matemáticas y la física, considerando la importancia de analizar estudios previos sobre este tema. Es significativo observar cómo otros educadores han aplicado estas prácticas en sus contextos educativos.

La primera investigación, titulada “Estrategias pedagógicas para el aprendizaje de las operaciones matemáticas básicas sin calculadora” (2021), realizada por los investigadores Guzmán, Ruíz y Sánchez, presenta una experiencia de investigación-acción. Este estudio desarrolla e implementa secuencias instructivas centradas en la resolución de problemas cotidianos y el uso de recursos recreativos, con el fin de mejorar la capacidad de los estudiantes de secundaria para realizar operaciones matemáticas básicas sin la utilización de una calculadora (Guzmán et al., 2021, p. 55). En este estudio, los investigadores destacaron que las estrategias de enseñanza basadas en el aprendizaje por descubrimiento, la colaboración, la resolución de problemas y los juegos educativos son altamente efectivas para enseñar operaciones matemáticas básicas sin el uso de una calculadora (Guzmán et al., 2021, p. 72). Es relevante señalar el interés docente por aplicar diversas estrategias con el objetivo propuesto en su plan curricular, lo cual

sugiere que las estrategias didácticas pueden tener un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes. Esta investigación subraya la importancia de utilizar problemas cotidianos en el aula y mejorar el dominio de las matemáticas entre los estudiantes a través de una implementación pedagógica diseñada para generar aprendizajes específicos.

La siguiente investigación se titula “Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física” (2020) de los autores Pérez-Higuera, Niño-Vega y Fernández-Morales, tuvo como objetivo aplicar una estrategia pedagógica basada en el uso de un software de simulación, con el fin de mejorar las competencias de los estudiantes de grado once en la resolución de problemas de física. Los investigadores mostraron un interés en desarrollar estrategias que generen un aprendizaje significativo, implementando diversos métodos, técnicas y actividades a través del Aprendizaje Basado en Problemas. La investigación ofrece herramientas que facilitan la relación con el conocimiento disciplinar posibilitada por el docente. Además, las estrategias docentes promovieron una integración entre las áreas de matemáticas y física, evidenciando cómo las secuencias didácticas con este enfoque permiten un aprendizaje integral y significativo, utilizando contextos cotidianos para la comprensión de conceptos científicos complejos.

En el año 2012, los investigadores Agüero, García-Salcedo, Sánchez y Guzmán llevaron a cabo un estudio titulado "Los cómics en la enseñanza de la Física: Diseño e implementación de una secuencia didáctica para circuitos eléctricos en bachillerato". Esta investigación se centró en el diseño de una secuencia didáctica para mejorar la comprensión de temas de electricidad entre estudiantes de bachillerato. El objetivo principal era mejorar el aprendizaje conceptual de los estudiantes mediante estrategias didácticas activas, que incluían experiencias prácticas de manipulación y observación de objetos. Estas actividades permitían a los estudiantes comprender las teorías científicas a través de aplicaciones cotidianas. Además, se buscaba fomentar el interés por la ciencia, el trabajo en equipo y la ayuda mutua entre compañeros. La investigación integraba las áreas de física y matemáticas, diseñando una secuencia didáctica basada en el aprendizaje activo y significativo. Se evaluaron estas estrategias para determinar cómo, en la práctica, los estudiantes lograban comprender y aprender de manera más efectiva.

Estas investigaciones muestran la relevancia de las secuencias didácticas interdisciplinarias de matemáticas y física, evidenciando su impacto en la promoción de un aprendizaje significativo entre los estudiantes. La integración de conceptos y métodos de ambas

áreas no solo facilita la comprensión de fórmulas y teorías, sino que también fomenta una concepción científica más profunda de la realidad. Esta perspectiva interdisciplinaria es crucial para desarrollar competencias críticas y analíticas en los estudiantes, preparándolos mejor para enfrentar problemas complejos en contextos reales.

La implementación efectiva de estas secuencias didácticas depende en gran medida de la reflexión pedagógica por parte de los docentes. Es esencial que los educadores diseñen estrategias de enseñanza que se alineen con la realidad y los intereses de sus estudiantes. Esto implica una adaptación continua a las necesidades individuales y colectivas de los alumnos, así como a los contextos específicos en los que se encuentran inmersos. Al considerar factores como el entorno socioeconómico, las motivaciones personales y las aspiraciones académicas de los estudiantes, los docentes pueden crear ambientes de aprendizaje más inclusivos y efectivos.

4.2. Experiencias docentes relacionadas con el aprendizaje significativo

En este apartado, se pretende presentar cuatro investigaciones centradas en el aprendizaje significativo, subrayando su importancia para la pedagogía y la práctica docente. Estas investigaciones exploran cómo se pone en práctica el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula con el objetivo de proporcionar a los estudiantes una comprensión más profunda de la disciplina.

La primera investigación del año 2023, titulada “Metodología educativa basada en recursos didácticos digitales para desarrollar el aprendizaje significativo”, de los autores Delgado, Briones, Moreira, Zambrano y Menéndez, resalta que la incorporación de recursos digitales en el ámbito educativo ha sido eficaz para renovar los patrones de aprendizaje. No obstante, los autores identificaron una limitación considerable vinculada a la gestión inadecuada por parte de los docentes, lo cual obstaculizó las condiciones necesarias para el desarrollo óptimo del aprendizaje significativo (Delgado et al., 2023, p. 95). Este estudio constituye un antecedente importante que avala la idea de que la implementación de estrategias educativas específicas, tales como el uso de recursos didácticos digitales, puede impactar positivamente en el aprendizaje significativo de los estudiantes. De este modo, se subraya la importancia de investigar enfoques pedagógicos efectivos y herramientas que contribuyan a mejorar la calidad educativa. Esta afirmación se alinea con la presente investigación sobre el proceso de aprendizaje de los

estudiantes, en la cual se destaca la relevancia de adaptar los métodos educativos para fomentar una comprensión profunda y significativa del contenido.

La segunda investigación, titulada “El aprendizaje significativo en la educación actual: una reflexión desde la perspectiva crítica” (Zamora et al., 2023), analiza el concepto de aprendizaje significativo en el contexto educativo contemporáneo. Este estudio proporciona un marco para la reflexión crítica sobre la aplicación del aprendizaje significativo en conceptos científicos, así como sobre la creación de un entorno educativo óptimo y los desafíos y obstáculos asociados con esta metodología. Se sostiene que el aprendizaje significativo requiere la participación activa de diversos actores, incluyendo docentes, autoridades educativas y la sociedad en general (Zamora et al., 2023, p. 219). Los hallazgos de la investigación subrayan la importancia de este enfoque pedagógico y la necesidad de involucrar a múltiples actores en el proceso educativo. Esta afirmación refuerza la relevancia de investigar y desarrollar estrategias de enseñanza que promuevan la construcción de aprendizajes significativos, destacando la participación activa de los docentes como un componente esencial para mejorar la calidad de la educación y el desarrollo integral de los estudiantes.

La tercera investigación es del año 2022, titulada “Escritura creativa para fomentar el aprendizaje significativo. Caso de la institución educativa Filadelfia (Caldas, Colombia)”, desarrolla la pedagogía colaborativa en la enseñanza del arte, dentro del contexto de la escritura. Esta representa un enfoque que reconoce que cualquier actividad educativa y pedagógica se ve fortalecida cuando está impregnada del papel de los demás en la afirmación personal de la propia existencia. Este enfoque aborda la idea de que la interacción y colaboración con otros contribuyen a la significación del aprendizaje (Ausubel, 1982 citado por Marín et.al, 2023, p.24). Esto quiere dar a entender que la estrategia pedagógica de la colaboración que permite la interacción entre diferentes actores promueve el aprendizaje significativo en los estudiantes, resaltando la importancia de la colaboración entre estudiantes para alcanzar los aprendizajes significativos.

Las investigaciones expuestas demuestran la relevancia de examinar el concepto de aprendizaje significativo dentro del ámbito académico, destacando su impacto transformador en la dinámica educativa. Este enfoque pedagógico se centra en contextualizar el conocimiento de manera que los estudiantes puedan relacionarlo con sus experiencias previas y el mundo real, promoviendo así una comprensión más profunda y duradera. Al integrar el aprendizaje

significativo, se facilita una enseñanza que va más allá de la mera transmisión de información, impulsando la participación activa de los estudiantes y fomentando su compromiso con el proceso educativo.

El aprendizaje significativo no solo mejora la internalización de los conceptos al conectarlos con el contexto y las experiencias individuales de los estudiantes, sino que también estimula el desarrollo de habilidades analíticas. Este enfoque fomenta el pensamiento crítico y la capacidad de los estudiantes para analizar y evaluar información de manera efectiva. Además, al hacer el aprendizaje relevante y conectado con la realidad, se incrementa el interés de los estudiantes en su propia educación, creando un entorno en el que están más motivados para participar y profundizar en su conocimiento.

La revisión de las investigaciones revela cómo la implementación del aprendizaje significativo contribuye a una educación más efectiva, en la que los estudiantes se convierten en participantes activos en su propio proceso de aprendizaje. Este enfoque promueve un entorno educativo en el que los docentes guían y facilitan el análisis crítico, mientras los estudiantes desarrollan una mayor capacidad para aplicar y reflexionar sobre el conocimiento adquirido.

4.3 Secuencias didácticas y estrategias pedagógicas relacionadas a las matemáticas y/o física relacionadas con el aprendizaje significativo

Este apartado tiene como objetivo exponer dos investigaciones que establecen conexiones entre los dos apartados previos.

La primera investigación, titulada “Estrategia pedagógica: Buenas prácticas de aula y su influencia en el aprendizaje significativo de la Matemática en los estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Técnica de Promoción Social del Municipio de Villanueva La Guajira – Colombia, 2018,” fue realizada en el año 2020 por Jorge Baquero. El objetivo principal de esta investigación fue determinar en qué medida el uso de estrategias de buenas prácticas en el aula afecta el aprendizaje significativo de los estudiantes de noveno grado en matemáticas (Baquero, 2020, p. 13). Este estudio refuerza la idea de que las estrategias pedagógicas específicas pueden ser efectivas para fomentar el aprendizaje significativo en diversos contextos educativos y examina si estas buenas prácticas influyen en el aprendizaje significativo en el área de matemáticas.

La investigación contribuye a comprender y mejorar el bajo nivel de aprendizaje significativo en el aula, proporcionando herramientas de mejora pedagógicas. Destaca la

relevancia de las estrategias pedagógicas como una incidencia docente esencial dentro del aula, facilitando un aprendizaje significativo. Además, muestra la importancia de evaluar estas prácticas pedagógicas mediante diversos diseños de instrumentos de evaluación, con el objetivo de crear un ambiente de aprendizaje que permita a estudiantes y docentes generar un espacio donde se maximice el aprendizaje significativo.

La segunda investigación del año 2024, titulada “Aprendizaje significativo mediante la contextualización de los saberes en el área de matemáticas y física” por Jeniffer Córdoba Rivas, tiene como objetivo realizar una revisión de los procesos de enseñanza y aprendizaje en las áreas experimentales. Esta revisión permite una reflexión crítica sobre los conocimientos impartidos en el aula, específicamente en las disciplinas de matemáticas y física. La investigadora busca destacar la importancia de la contextualización de los conocimientos para generar aprendizajes significativos. Esta investigación es especialmente relevante porque proporciona elementos teóricos y conceptuales cruciales para la comprensión y mejora de los procesos educativos. Además, ofrece una visión crítica sobre los desafíos de aplicar los contenidos pedagógicos de estas áreas en la práctica, promoviendo estrategias metodológicas que realmente fomenten un aprendizaje significativo en el aula. De este modo, se desarrollan las habilidades cognitivas de los estudiantes y se busca que estos puedan aplicar los conocimientos académicos en su vida cotidiana.

Estas investigaciones proporcionan una base para examinar cómo una estrategia didáctica centrada en las ondas sonoras puede impactar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de noveno grado en el Colegio Cosmo School. La propuesta del investigador en el aula busca explorar los efectos de la implementación de esta metodología en el entendimiento y la asimilación de conceptos relacionados con las ondas sonoras. A través de la aplicación de la secuencia didáctica, se pretende evaluar tanto el aprendizaje como la motivación y el interés de los estudiantes en las áreas disciplinares de las matemáticas y física. Este estudio contribuye al campo de la educación al ofrecer situaciones prácticas que busquen métodos didácticos innovadores y su potencial para mejorar los resultados educativos en contextos escolares.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Identificar los aprendizajes significativos que se generaron en una secuencia didáctica que integra las áreas de matemáticas y física, teniendo en cuenta la temática de las ondas sonoras en la vida cotidiana con estudiantes de grado noveno en el colegio Cosmos School.

5.2 Objetivos específicos

- Diseñar una secuencia que integre diferentes estrategias didácticas para la enseñanza de las ondas sonoras mediante la integración de las matemáticas y la física.
- Describir los aprendizajes significativos que llevan a cabo los estudiantes del grado noveno a partir de su participación en la secuencia diseñada para la enseñanza de las ondas sonoras

6. Referencias teóricas

6.1. Teoría Aprendizaje Significativo

La teoría del aprendizaje significativo propuesta por David Ausubel establece que dicho aprendizaje "no termina con la retención de información, sino que debe ser seguido por la retención y/o el olvido, que son sus resultados y secuelas naturales" (Ausubel, 2000, p.36). La educación tradicionalmente contempla al docente como el transmisor de información y al estudiante como el receptor que la memoriza. Los ejercicios y actividades proporcionados en clase refuerzan este conocimiento, y la evaluación se utiliza para medir la capacidad del estudiante de aprender dicho material. Ausubel nos invita a reflexionar más allá de este patrón mecánico de aprendizaje, instándonos a comprender que en el proceso de enseñanza-aprendizaje no solo existe la retención, sino también el olvido, y que esto es un aspecto natural del proceso del conocimiento. La pregunta crucial para los docentes debe ser: ¿qué condiciones fomentamos para que los estudiantes retengan la información relevante de la disciplina? ¿Qué herramientas y metodologías empleamos para que el proceso de retención y olvido ocurra de manera que la información esencial permanezca en la mente de los estudiantes, aumentando sus capacidades intelectuales y personales? Por tanto, es fundamental reconocer que el aprendizaje no consiste únicamente en retener información temporalmente para aprobar una asignatura, sino en buscar un aprendizaje profundo y significativo que sea útil para los estudiantes en su vida cotidiana y futura vida laboral.

Ausubel sostiene que en el aprendizaje significativo "el mismo proceso de adquirir información produce una modificación tanto de la información recién adquirida como del aspecto específicamente pertinente de la estructura cognitiva con el que se vincula la nueva información" (Ausubel, 2000, p.29). De ahí la importancia de no solo prestar atención a los resultados, sino de comprender la relevancia del proceso, pues es a través de este que los estudiantes inician la transformación de su conocimiento, lo cual los llevará a obtener resultados más óptimos. El docente, en su rol de facilitador de mejores condiciones de aprendizaje, al crear un proceso que se adapte mejor a las necesidades de los estudiantes, enriquecerá el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, el aprendizaje significativo no solo implica la

acumulación de datos, sino su integración y relación con el conocimiento previo, lo que a su vez promueve ajustes y refinamientos en la estructura mental del aprendiz.

También se considera fundamental "conocer la estructura cognitiva del alumno, lo cual implica no solo saber la cantidad de información que posee, sino también los conceptos y proposiciones que maneja, así como su grado de estabilidad" (Ausubel, 1983, p.1).

Generalmente, los docentes parten del diagnóstico de los aprendizajes previamente retenidos por los estudiantes, a menudo aislados y memorizados sin una comprensión profunda de su importancia y aplicación. Según lo planteado por Ausubel, es esencial indagar más allá de los resultados que el estudiante puede demostrar ante determinados conocimientos, centrándose en su concepción del proceso y en la forma en que interrelaciona la información. Comprender la estructura cognitiva del alumno permite a los educadores adaptar sus métodos de enseñanza para construir sobre los conocimientos existentes, facilitando así un aprendizaje significativo y duradero.

En el aprendizaje significativo de las matemáticas: las experiencias previas y la estructura cognitiva del alumno se manifiestan no solo en su noción, modelación y concepción, sino que también se advierten en la capacidad que evidencia a la hora de observar, recordar, relacionar, ordenar, comparar, establecer posibles soluciones, resolver situaciones, desarrollar habilidades cognitivas específicas que determinan el aprendizaje significativo de los conocimientos adquiridos. (Córdoba, 2024, p. 5908)

A partir de estos planteamientos, es importante reavivar en el docente su motivación para fomentar el aprendizaje significativo, especialmente en el contexto de los desafíos que presentan las nuevas generaciones. En un mundo caracterizado por un rápido avance tecnológico y una constante evolución de la información, los estudiantes de hoy requieren métodos de enseñanza que no solo transmitan conocimiento, sino que también desarrollen habilidades críticas como el pensamiento analítico, la resolución de problemas y la adaptabilidad.

El docente debe ser capaz de crear un entorno de aprendizaje dinámico y estimulante, que reconozca y valore las experiencias previas de los estudiantes, y que utilice estas como punto de partida para la construcción de nuevos conocimientos. Esto implica no solo la adopción de estrategias pedagógicas innovadoras, sino también un compromiso continuo con el desarrollo profesional y la actualización en las mejores prácticas educativas.

Además, es decisivo que los educadores comprendan la importancia de la estructura cognitiva de los alumnos y cómo esta influye en la manera en que procesan y retienen la información. Al entender las interacciones entre las experiencias previas y los nuevos contenidos, los docentes pueden diseñar actividades de aprendizaje que sean verdaderamente significativas y relevantes para sus estudiantes.

En este sentido, fomentar el aprendizaje significativo no es solo una tarea didáctica, sino una responsabilidad ética y profesional del docente. Al inspirar a los estudiantes a conectar con el material de estudio, los educadores contribuyen a la formación de individuos capaces de aplicar sus conocimientos de manera efectiva y creativa en diversos contextos, preparados para enfrentar los retos del futuro con confianza y competencia. Cordoba (2024) promueve una actitud docente ante los nuevos desafíos:

La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio demanda de profundas transformaciones desde la educación elemental hasta la universidad, de modo que el profesor deje de ser un transmisor de conocimientos acabados y tome conciencia de que su labor es crear las posibilidades para que el alumno produzca y construya su conocimiento, por ello, es necesario que las prácticas educativas sean orientadas en respuestas a las nuevas exigencias de cada generación y las transformaciones culturales fomentando aprendizaje significativo en las nuevas generaciones sociales con egresados capacitados y actualizados. (p. 5907)

En la búsqueda de profundizar la concepción del aprendizaje significativo planteada principalmente por Ausubel, es esencial examinar los diferentes tipos de aprendizajes:

6.1.1. Aprendizaje de representación:

El aprendizaje de representaciones es el más elemental de todos los tipos de aprendizaje, y constituye la base sobre la cual se desarrollan los demás. Según Ausubel, Novak y Hanesian (1976), este tipo de aprendizaje se centra en dotar de significado a símbolos específicos, lo cual es crucial para la comprensión y asimilación de conceptos. Por ejemplo, en álgebra, el concepto de factorización se introduce como una estrategia para simplificar y expresar expresiones algebraicas en términos de sus factores. Este proceso no se limita únicamente al dominio técnico

de la factorización, sino que también implica una integración significativa con las representaciones previas del estudiante sobre multiplicación y distribución.

Cuando un estudiante aprende a factorizar una expresión algebraica, no solo adquiere la habilidad para descomponerla en sus elementos constituyentes, sino que también profundiza en su comprensión del funcionamiento de la multiplicación y la distribución en el álgebra. Esta integración de nuevos conocimientos con esquemas cognitivos preexistentes facilita una comprensión más amplia y profunda del tema en cuestión.

El aprendizaje de representaciones va más allá de la simple adquisición de habilidades técnicas; implica un proceso más complejo de otorgar significado a símbolos y conceptos, y de integrarlos con las representaciones mentales previas del individuo. Este enfoque promueve una comprensión más completa y arraigada de los temas estudiados, superando la mera memorización de procedimientos. Al dotar de significado a los símbolos y relacionarlos con conocimientos previos, se fomenta un aprendizaje profundo y significativo, que es fundamental para el desarrollo de habilidades cognitivas avanzadas y para la aplicación efectiva de los conocimientos adquiridos en contextos diversos.

6.1.2. Aprendizaje de conceptos:

Cuando hablamos del aprendizaje de conceptos, nos referimos a la comprensión profunda de lo que un concepto realmente implica, es decir, entender cuáles son sus características fundamentales que lo distinguen y definen. Según Ausubel, Novak y Hanesian (1976), este tipo de aprendizaje se centra en identificar los atributos de criterio de un concepto, aquellos que son esenciales para reconocerlo y diferenciarlo de otros. Un ejemplo claro de este proceso es la enseñanza del concepto de fracción. Aquí, los estudiantes no solo aprenden la definición formal de lo que es una fracción, sino que también comprenden en profundidad cuáles son sus atributos clave. Este aprendizaje va más allá de simplemente memorizar una regla o una fórmula; implica integrar el nuevo concepto de fracción con los conocimientos previos sobre números y operaciones aritméticas que los estudiantes ya poseen.

Al comprender los atributos de criterio de un concepto, los estudiantes pueden relacionarlo con otros conceptos, establecer conexiones significativas y aplicarlo en diferentes contextos. De esta manera, el aprendizaje de conceptos no solo se trata de adquirir información

superficial, sino de construir un entendimiento sólido y flexible que permita a los estudiantes utilizar el concepto de manera efectiva en diversas situaciones.

El aprendizaje de conceptos, por lo tanto, no es una tarea pasiva de recepción de información, sino un proceso activo de construcción de conocimiento. Los estudiantes deben ser capaces de identificar y comprender las características esenciales de un concepto para poder distinguirlo de otros, integrarlo en sus estructuras cognitivas preexistentes y aplicarlo de manera contextualizada. Por ejemplo, al entender que una fracción representa una parte de un todo, los estudiantes pueden aplicar este conocimiento en problemas de división, proporciones y porcentajes, estableciendo conexiones con otros dominios matemáticos y situaciones de la vida real. Este enfoque promueve un aprendizaje más profundo y duradero, ya que los estudiantes no solo memorizan definiciones, sino que también desarrollan la capacidad de pensar críticamente y aplicar sus conocimientos de manera significativa.

6.1.3. Aprendizaje de proposiciones:

El aprendizaje de proposiciones se refiere a la comprensión de ideas compuestas expresadas verbalmente, las cuales incluyen tanto los significados explícitos como implícitos de las palabras, así como las funciones sintácticas y las relaciones entre ellas. Según Ausubel (2000), este proceso implica más que simplemente entender el significado aislado de las palabras, como "función", "dominio" y "codominio" en el contexto matemático. También implica comprender cómo estas palabras se relacionan entre sí para formar una proposición coherente que describe un concepto matemático específico, como la función.

Por ejemplo, al aprender sobre funciones matemáticas, los estudiantes no solo deben comprender el significado individual de cada término, sino también cómo se combinan para formar una proposición significativa. Esto implica comprender la relación entre el dominio, el codominio y la asignación de valores, también cómo estas ideas se entrelazan para describir una relación matemática. Este nivel de comprensión permite a los estudiantes ver más allá de las definiciones aisladas y percibir el concepto en su totalidad, lo cual es crucial para el aprendizaje profundo y significativo.

A través del aprendizaje de proposiciones, los estudiantes construyen una representación mental más completa y conectada del concepto matemático en cuestión. Esta representación

mental no solo facilita la memorización de la definición de la función, sino que también enriquece la comprensión de cómo se aplica en diferentes contextos y cómo se relaciona con otros conceptos matemáticos. Al comprender las proposiciones, los estudiantes son capaces de ver la interconexión entre diferentes conceptos, lo cual es fundamental para resolver problemas complejos y aplicar el conocimiento de manera flexible.

El aprendizaje de proposiciones es, por tanto, fundamental para desarrollar una comprensión profunda y significativa de los conceptos matemáticos. Este tipo de aprendizaje permite a los estudiantes trascender la mera memorización de definiciones, fomentando un enfoque integrador que facilita la aplicación práctica del conocimiento en situaciones diversas. Además, promueve el pensamiento crítico y la capacidad de relacionar conceptos, lo cual es esencial para el éxito en el aprendizaje y la práctica de las matemáticas.

Para los docentes, es fundamental entender los diferentes tipos de aprendizaje con el fin de diseñar estrategias pedagógicas que sean efectivas y significativas. La comprensión del proceso de aprendizaje permite una planificación adecuada de las actividades y evaluaciones en el aula, no solo para la transmisión de información, sino también para la integración profunda de los conocimientos nuevos con los previos. Esto contribuye a mejorar la calidad educativa, la comprensión y la retención de la información por parte de los estudiantes, fomentando el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, el pensamiento crítico y la capacidad para la resolución de problemas. De este modo, el docente transita de un modelo educativo tradicional basado en la memorización a la aplicación de un aprendizaje significativo, que favorece una comprensión profunda y duradera del contenido.

A continuación se presenta la Tabla 1, en la que se sintetizan los diferentes tipos de aprendizaje que se producen en el marco del aprendizaje significativo. Dichos aprendizajes —de representación, de conceptos y otros— se emplearon como categorías de análisis para el presente trabajo de investigación.

Tabla 1.

Categorías de análisis

Categorías de Análisis			
Categorías	Descripción	Sustento teórico	Medición
Aprendizaje de representaciones	Esta variable se refiere a cómo los estudiantes adquieren y comprenden las representaciones visuales, gráficas o simbólicas relacionadas con las ondas sonoras. Se puede explorar cómo los estudiantes asimilan y aplican estos modelos visuales en su comprensión de las ondas sonoras.	Según Ausubel, Novak y Hanesian (2001) se enfoca en la atribución de los significados de ciertos símbolos (Baque-Reyes y Portilla-Faican, 2021, p.79-80)	Observación de cómo los estudiantes utilizan representaciones visuales en sus respuestas o tareas relacionadas con las ondas sonoras. También se analizan las descripciones verbales de estas representaciones en entrevistas o cuestionarios.
Aprendizaje de conceptos	Esta variable se centra en cómo los estudiantes adquieren y comprenden los conceptos fundamentales relacionados con las ondas sonoras, como frecuencia, amplitud, propagación, reflexión, entre otros.	El aprendizaje de conceptos se hace referencia a aquel que se presenta cuando se asocia un significado de una palabra con su representación (Baque-Reyes y Portilla-Faican, 2021, p.79-80).	Observación de cómo los estudiantes utilizan los conceptos en los ejercicios relacionadas con las ondas sonoras.
Aprendizaje de proposiciones.	Esta variable se refiere a la capacidad de los	Aprendizaje de proposiciones es aquel	Para medir esta categoría, se

estudiantes para captar y asimilar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones o declaraciones relacionadas con las ondas sonoras.	que demanda que se capte el significado de las ideas que se expresan en forma de proposiciones (Baque- Reyes y Portilla- Faican, 2021, p.79- 80).	utilizaron pruebas o cuestionarios que evalúen la comprensión de conceptos sobre ondas sonoras.
---	--	--

Nota: Análisis de categorías trabajadas en la investigación. Fuente: Elaboración propia.

6.2. Estrategias Didácticas

En la búsqueda de optimizar la transmisión de conocimientos en el aula, el docente explora y emplea diversas metodologías y técnicas. Las estrategias didácticas representan la aplicación práctica y sistemática de la concepción educativa que el docente posee. Estas estrategias no solo reflejan una estructura conceptual bien definida, sino que también son fundamentales para la implementación efectiva de los contenidos curriculares.

La importancia de prestar atención a las estrategias didácticas radica en su capacidad para transformar la teoría educativa en prácticas pedagógicas concretas y efectivas. Al diseñar y aplicar estas estrategias, el docente debe considerar múltiples factores, como las características de los estudiantes, los objetivos de aprendizaje, y las particularidades del contenido a enseñar. La adaptación y la selección de las estrategias didácticas adecuadas pueden facilitar una enseñanza más dinámica, inclusiva y centrada en el aprendizaje significativo.

Así, la calidad de la educación se ve influenciada directamente por la habilidad del docente para desarrollar y adaptar estas estrategias de manera que promuevan una comprensión profunda y duradera de los contenidos. Por lo tanto, una atención rigurosa y reflexiva a las estrategias didácticas es crucial para mejorar los resultados educativos y apoyar el desarrollo integral de los estudiantes.

Hernández et. al (2015) definen las estrategias didácticas como "una guía de acción que orienta en la obtención de los resultados que se pretenden con el proceso de aprendizaje" (p. 80). Esta definición identifica que las estrategias didácticas constituyen herramientas específicas y planificadas que los educadores emplean para dirigir y facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Los autores destacan que estas estrategias trascienden el ámbito de simples técnicas o métodos; se conceptualizan como directrices cuidadosamente diseñadas para alcanzar objetivos educativos concretos. Por lo tanto, las estrategias didácticas no solo orientan la implementación de actividades educativas, sino que también estructuran el camino hacia la consecución de metas educativas determinadas, facilitando así una experiencia de aprendizaje más efectiva y enfocada.

Además, plantean que la estrategia didáctica "da sentido y coordinación a todo lo que se hace para lograr el desarrollo de competencias en los estudiantes" (Hernández et. al, 2015, p. 80). Esta conceptualización destaca la estrategia didáctica como un marco organizado que integra y orienta las diversas actividades educativas con el fin de fomentar el desarrollo de competencias en los estudiantes. La comprensión de la estrategia didáctica en estos términos subraya su relevancia en la estructuración coherente de los procesos de enseñanza y aprendizaje, sugiriendo que su implementación efectiva puede influir positivamente en el cumplimiento de los objetivos educativos.

Por otro lado, Peralta (2015) sostiene que "las estrategias de enseñanza son también consideradas como medios o recursos para prestar la ayuda pedagógica" (p. 3). Esta afirmación sugiere que las estrategias de enseñanza actúan como herramientas valiosas que los educadores emplean para apoyar y facilitar tanto el proceso de enseñanza como el de aprendizaje. En este sentido, las estrategias didácticas no solo guían la planificación y ejecución de actividades educativas, sino que también desempeñan un papel crucial en la provisión de asistencia pedagógica, contribuyendo a una experiencia educativa más efectiva y adaptada a las necesidades de los estudiantes.

A continuación se conceptualizan algunas de las estrategias didácticas empleadas en la presente investigación:

6.2.1. Clase Magistral

De acuerdo con Hernández et al., (2015) la clase magistral “Es una presentación organizada y motivadora que condensa la información esencial. El orden didáctico, la adaptación a los estudiantes y la organización de los contenidos son algunos de los factores que determinan la calidad de la lección magistral” (p.80). Esta definición sugiere que la clase magistral no se trata simplemente de transmitir información, sino de hacerlo de manera efectiva y considerando aspectos pedagógicos clave.

Sánchez, (2011) define la clase magistral como aquella que se encarga de “ofrecer a los estudiantes un enfoque crítico de la materia y no constituirse en una simple enumeración descriptiva de los hechos específicos” (p.88). Esta definición resalta la importancia de desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes y vincular la enseñanza con los procesos de investigación científica.

Ambas definiciones coinciden en que una clase magistral va más allá de simplemente transmitir información. Se espera que sea una presentación organizada y motivadora que condense la información esencial. Además, se destaca la importancia de aspectos como el orden didáctico y la adaptación a los estudiantes para asegurar la calidad de la enseñanza.

6.2.2. Posibilitar La Pregunta

El posibilitar la pregunta es una metodología que establece las condiciones necesarias para fomentar la curiosidad y la creatividad en los estudiantes a través de la formulación de preguntas significativas. Estas preguntas no solo clarifican los aprendizajes disciplinares, sino que también promueven la indagación, permitiendo transformar las dudas en afirmaciones verídicas. Según Villa y Poblete (2007), la técnica de posibilitar la pregunta requiere un proceso que incluye tanto el análisis como la síntesis de la información obtenida, estimulando una actitud crítica hacia las propias ideas y las de los demás (citado por Hernández et al., 2015, p.81). Esta caracterización destaca la naturaleza reflexiva inherente a la técnica, que trasciende la mera recepción pasiva de información al fomentar la indagación, el análisis y la síntesis del conocimiento por parte de los estudiantes.

Por otro lado, Sánchez (2011), al abordar esta técnica, la sitúa como el motor de la mayéutica, cuya expresión máxima se encuentra en los Diálogos de Platón, y que resurge en la preocupación por la implementación de herramientas didácticas que faciliten el acercamiento del

estudiante a los contenidos por aprender (Sánchez, 2011, p.2). En este contexto, se destaca la importancia de integrar herramientas pedagógicas que promuevan la participación activa del estudiante en la construcción de su propio conocimiento, sugiriendo que posibilitar la pregunta representa una estrategia eficaz en este sentido.

Ambas perspectivas convergen al resaltar la relevancia de la técnica de posibilitar la pregunta como una herramienta pedagógica fundamental. Estas apreciaciones sugieren que esta técnica no se limita a la mera adquisición de información, sino que promueve un compromiso activo y reflexivo por parte de los estudiantes hacia el contenido, facilitando así su comprensión y apropiación del mismo.

6.2.3. Lluvia De Ideas

La lluvia de ideas se erige como una estrategia didáctica fundamentada en la generación y recopilación de ideas de manera espontánea y sin restricciones. Conforme señalan Hernández et al. (2015), esta técnica posee la capacidad de ampliar el potencial creativo de los estudiantes, facilitar la recolección de información y abordar problemas, al mismo tiempo que fomenta una expectativa positiva en torno al tema de la clase y estimula a los estudiantes a valorar diversas perspectivas (p. 81). Tales atributos indican que la lluvia de ideas no solo contribuye a cultivar la creatividad, sino que también propicia la participación activa de los estudiantes, propiciando un entorno propicio para el intercambio de ideas y el reconocimiento de distintos enfoques.

En relación con esta técnica, el Centro de Innovación Docente destaca su versatilidad al mencionar que puede emplearse tanto para indagar sobre los conocimientos previos de los estudiantes acerca de un tema específico, como para estimular la creatividad colectiva con miras a la resolución de problemas (Centro de Innovación Docente, 2021, p. 1). Esta apreciación pone de relieve la adaptabilidad de la lluvia de ideas en distintos contextos educativos, ya sea como una herramienta para la evaluación inicial o como un mecanismo para incentivar la colaboración y la innovación.

Consecuentemente, esta técnica no solo se revela como una herramienta para fomentar la creatividad y recopilar información, sino que también emerge como un instrumento valioso para promover la interacción entre los estudiantes, favorecer la reflexión grupal y abordar problemas

de manera colaborativa. La versatilidad inherente a la lluvia de ideas, enfatizada por ambas fuentes consultadas, la consolida como un recurso de gran valor en el ámbito educativo.

6.2.4. Estudio De Casos

El estudio de casos se define como una estrategia didáctica que vincula al estudiante con situaciones concretas de la realidad, a través de un entorno académico (Hernández et al., 2015, p.82). Implica la presentación de situaciones o problemas que reflejen escenarios del mundo real, permitiendo a los estudiantes aplicar sus conocimientos teóricos en contextos prácticos y pertinentes.

Esta estrategia educativa, conocida como estudio de casos, persigue la integración del rigor académico con la aplicación práctica, brindando a los estudiantes la oportunidad de amalgamar la teoría con la experiencia dentro de un marco educativo significativo. De este modo, se propicia un aprendizaje más profundo y contextualizado, que promueve la transferencia de conocimientos hacia situaciones reales y la adquisición de habilidades prácticas relevantes para su formación académica y profesional.

6.2.5. Trabajo Colaborativo

El trabajo colaborativo es definido como un modelo de aprendizaje interactivo que invita a los estudiantes a cocrear combinando esfuerzos, talentos y habilidades a través de una serie de transacciones que les permiten alcanzar objetivos definidos mutuamente (Maldonado, 2007, p. 268).

De Anda, de Aguinaga y González (2010) argumentaron que la colaboración no solo implica la ejecución conjunta de tareas, sino que también puede propiciar el desarrollo personal y la madurez de los participantes, así como su inclusión y responsabilidad social. Según esta perspectiva, la colaboración se concibe como una herramienta poderosa para alcanzar la autorrealización a través de una interacción que es a la vez libre y controlada. Además, se destaca su capacidad para ayudar a los individuos a conectarse con su propio ser, así como su utilidad como estrategia para resolver problemas y comunicar valores y normas (p. 8). Este

enfoque resalta la amplitud y profundidad de los beneficios potenciales de la colaboración en el ámbito educativo y social, subrayando su importancia no solo en términos de logros académicos, sino también en el desarrollo integral de los individuos y su contribución a la comunidad.

Para Vázquez, Hernández, Vázquez-Antonio, Juárez y Guzmán, (2016) “La colaboración es clave para desarrollar el talento de las personas, es un factor relevante en la promoción y transmisión de capital humano, científico y técnico” (p.336). Según esta perspectiva, la colaboración no solo mejora el rendimiento individual, sino que también desempeña un papel fundamental en la promoción del capital humano y en la transmisión de conocimientos científicos y técnicos. La interacción y el trabajo conjunto se consideran esenciales para el desarrollo integral de las personas y para el progreso en el ámbito del conocimiento.

Son tres las estructuras que conforman este aprendizaje por medios colaborativos estos son según Férez (2005) “la competencia, la cooperación y el individualismo” (p.3). Estos tres aspectos se deben considerar como parte del trabajo colaborativo y se generan mediante su desarrollo en el contexto educativo, promoviendo el aprendizaje.

En el trabajo colaborativo, las contribuciones de los miembros del equipo deben ser tratadas de manera crítica y constructiva, y todos los participantes deben aportar ideas o argumentos y proporcionar información de contexto que pueda ser compartida (González, 2009, p. 97). Este enfoque fomenta un entorno colaborativo que fomenta la creatividad, la eficiencia y el trabajo en equipo de alta calidad.

Con la implementación de diversas estrategias didácticas en el proceso educativo, el docente busca garantizar una enseñanza efectiva y adaptada a las necesidades escolares, promoviendo así un aprendizaje significativo. Cada una de las estrategias propuestas—la clase magistral, la formulación de preguntas, la lluvia de ideas, el estudio de casos y el trabajo colaborativo—ofrece características distintivas que enriquecen el entorno de aprendizaje y facilitan el logro de objetivos educativos específicos. En consecuencia, estas estrategias didácticas permiten al docente reflexionar, planificar, aplicar y evaluar en función de las necesidades del estudiante, teniendo en cuenta sus intereses, aportaciones, limitaciones, avances y procesos, con el fin de generar una experiencia educativa integral. Además de mejorar la calidad del aprendizaje, estas estrategias contribuyen al desarrollo de competencias esenciales para el éxito académico y profesional de los estudiantes.

7. Marco metodológico

La presente sección tiene por finalidad exponer la metodología empleada en el marco de la investigación.

La presente investigación se fundamentó en el paradigma cualitativo y en la Investigación Acción. Conforme a la exposición de Hernández (2014), quien establece que en el paradigma cualitativo "el foco está en comprender los fenómenos estudiándolos desde la perspectiva de los participantes en su entorno natural y en relación con su contexto" (p. 354). Este enfoque metodológico resultó pertinente para abordar las complejidades inherentes al aprendizaje significativo en el contexto de secuencias de enseñanza que integran las disciplinas de matemáticas y física a través del estudio de las ondas sonoras.

Se utilizó este enfoque cualitativo porque lo que se buscaba en esta investigación es identificar los aprendizajes significativos que se generaron en los estudiantes en relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ondas sonoras y la integración de conceptos de Matemáticas y Física. De este modo, dicho enfoque permitió la comprensión del proceso de aprendizaje a partir de la implementación de la secuencia didáctica propuesta.

La Investigación Acción, según Hernández (2014), se define como un enfoque investigativo que persigue el cambio, fusionando la actividad investigativa con intervenciones concretas en el entorno en cuestión. Esta modalidad de indagación no solo aspira a una comprensión profunda de los fenómenos estudiados, sino también a la resolución directa de problemáticas específicas que surgen en el contexto particular bajo análisis.

También Vidal y Rivera (2007) afirman que la investigación-acción "es una forma de investigación que permite vincular el estudio de los problemas en un contexto determinado con programas de acción social, de manera que se logren de forma simultánea conocimientos y cambios sociales" (p.1). La labor docente vinculada a la vida social de los individuos permite una comprensión cotidiana del contexto, la evaluación de sus problemas y la acción inmediata sobre ellos, propiciando la transformación del entorno concreto y, específicamente, de la vida de los estudiantes.

Las autoras conciben este tipo de investigación como una oportunidad para aplicar categorías científicas con el fin de mejorar los procesos de transformación concreta de la realidad, involucrando a los sujetos que participan en la investigación (p. 12). De esta manera, el investigador no se limita a ser un mero observador que juzga el contexto y la participación de los individuos, sino que se integra en el entorno y busca acciones concretas que permitan su transformación.

Por otro lado, al abordar la enseñanza de las ciencias, esta investigación se fundamenta la educación STEM. Toma y Meneses (2017), citando a Kelly y Knowles, afirman:

En los últimos años, existe un llamado a la renovación pedagógica para la enseñanza de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, materializado como el movimiento STEM. Este nuevo enfoque aboga por abandonar el tratamiento individualizado de cada disciplina STEM en favor de la adopción de enfoques integrados que hagan hincapié en la conexión entre estas disciplinas y su uso en la vida real (Kelley y Knowles, 2016). P. 83

Por lo tanto, en el presente trabajo de investigación se busca establecer la relación y conexión entre las matemáticas y la física, no considerándolas de manera aislada, sino integrándolas. Esta integración pretende ayudar a los estudiantes a observar fenómenos físicos en la realidad, comprenderlos y, en ese contexto, aprender a aplicar las matemáticas. De este modo, el estudio de las matemáticas facilitará un avance en su aprendizaje científico sobre el funcionamiento del mundo.

Por otro lado, en este trabajo se priorizó la consideración de aspectos éticos que orientan la labor de investigación científica. Desde una perspectiva tanto investigativa como docente, se garantizó la obtención del consentimiento informado de todos los participantes involucrados en el estudio. Esto implicó proporcionar una explicación clara acerca de la naturaleza de su participación y el uso previsto de la información recolectada, asegurando así su pleno entendimiento y acuerdo antes de su involucramiento en la investigación (Ver anexo 1).

Además, se siguieron códigos éticos de almacenamiento de datos con el propósito de salvaguardar la confidencialidad y la privacidad de la información recopilada. Únicamente personas autorizadas tienen acceso a estos datos, y se implementaron medidas para prevenir cualquier divulgación indebida. Estas acciones estuvieron destinadas a proteger los derechos y la dignidad de los participantes, procurando que se sintieran seguros y respetados a lo largo de todo el proceso de investigación. En esta perspectiva, los datos recabados fueron archivados en

carpetas digitales designadas individualmente para cada encuentro con los estudiantes, identificadas como "Evidencias Pedagógicas". Cada una de estas carpetas contiene secciones específicas, incluyendo una destinada a los archivos de audio generados durante las entrevistas con los estudiantes, designada como "Audios Entrevistas"; otra para el registro fotográfico de las actividades, titulada "Evidencia Fotográfica"; y por último, una dedicada a las anotaciones del investigador durante el proceso, denominada "Diarios de Campo".

Asimismo, se buscó la validez y la confiabilidad de la investigación, observando los estándares éticos y legales establecidos. En este trabajo se enfatizó la realización de una investigación ética y responsable, que garantizara el consentimiento informado de los participantes y resguardara la confidencialidad de los datos, todo ello en aras de proteger sus derechos y asegurar la calidad del estudio.

Para garantizar la confidencialidad de los participantes en la investigación, se utilizaron seudónimos. En este caso, de los 16 estudiantes, se hace referencia a dos de ellos como Estudiante 1 y Estudiante 2. Estos dos estudiantes fueron seleccionados en función de su compromiso con la secuencia didáctica, su participación en todas las sesiones y su interés por las áreas de estudio. Esta medida se adoptó con el objetivo de proteger sus identidades y cumplir con los acuerdos de confidencialidad establecidos para el estudio.

7.1. Diseño de Investigación

Este estudio cualitativo tuvo como objetivo principal evaluar la comprensión de dos de los estudiantes de noveno grado pertenecientes al Colegio Cosmo School, tanto antes como después de su participación en una secuencia didáctica interdisciplinar focalizada en el tema de las ondas sonoras. Para abordar este propósito, se seleccionaron dos estudiantes como referencia para el análisis del proceso de aprendizaje. Siguiendo lo expuesto por Sandín (2003) y McKernan (2001) como se citó en Hernández (2014) acerca de la Investigación-acción:

Sandín (2003) señala que la investigación-acción pretende, esencialmente, propiciar el cambio social, transformar la realidad (social, educativa, económica, administrativa, etc.) y que las personas tomen conciencia de su papel en ese proceso de transformación. Por ello, implica la total colaboración de los participantes en: la detección de necesidades, el involucramiento con la

estructura a modificar, el proceso a mejorar, las prácticas que requieren cambiarse y la implementación de los resultados del estudio (p. 496).

El enfoque adoptado no se limitó únicamente a la comprensión del fenómeno investigado, sino que también implicó una intervención activa en el mismo, con el propósito explícito de mejorar de manera significativa la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes en relación con el tema de las ondas sonoras. El objetivo del proceso educativo era que no se convirtiera simplemente en una transmisión pasiva de conceptos académicos aislados de la realidad cotidiana de los estudiantes, sino que se integrara en su vida diaria. Se buscaba que este proceso de adquisición de conocimientos no solo beneficiara su desarrollo académico, sino que también tuviera aplicaciones prácticas en su vida cotidiana, contribuyendo así a una transformación significativa del entorno escolar.

En este contexto, la investigación-acción implicó investigar el fenómeno en cuestión, y a su vez también intervenir con el objetivo de generar mejoras en el proceso educativo y en los resultados del aprendizaje.

La relación interdisciplinar de matemáticas y física por medio de las ondas sonoras creó la posibilidad de que los estudiantes no sólo adquirieran los conocimientos académicos de estas dos áreas del saber, sino que también desarrollaran habilidades de análisis interdisciplinarias y comprendieran la aplicación de estos conceptos en un contexto específico.

Por medio de la investigación-acción, la presente investigación buscó diseñar y adaptar estrategias pedagógicas que generaran las condiciones para darse un aprendizaje significativo, donde los estudiantes no se centraran en memorizar información, sino que la comprendieran, la relacionaran con su vida cotidiana y tuvieran la capacidad de aplicarla a situaciones reales. Este enfoque promovió la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, lo que resultó en una mayor motivación y compromiso con el estudio.

Este enfoque de investigación se basó en tres fases esenciales que nos describe (Stringer, 1999):

Las tres fases esenciales de los diseños de investigación-acción son: observar (construir un bosquejo del problema y recolectar datos), pensar (analizar e interpretar) y actuar (resolver problemáticas e implementar mejoras), las cuales se dan de manera cíclica, una y otra vez, hasta que todo es resuelto, el cambio se logra o la mejora se introduce satisfactoriamente. (Citado por Hernández, 2014, p. 497)

La presente investigación impulsó un ciclo continuo de reflexión, intervención y evaluación, lo que permitió una mejora en la práctica pedagógica y la adaptación de las estrategias didácticas para fortalecer el proceso educativo. En este sentido, se promovió un ambiente escolar dinámico y colaborativo, donde tanto docentes como alumnos participaron activamente para enriquecer la interacción con los contenidos disciplinares. Es importante señalar que este estudio sigue un ciclo de observación, análisis y acción, seguido por otro ciclo de observación y análisis. Estos ciclos tenían como objetivo la implementación de ajustes para luego volver a observar y analizar los cambios realizados. En la investigación-acción se reconoce un proceso continuo, sin un final definido, marcado por el cambio constante y la búsqueda de ajustes razonables que permitieran avances en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

7.2 Fases de investigación

Fase 1: Observación

La primera fase del proceso investigativo se centró en la observación del entorno escolar, incluyendo tanto el contexto general como las problemáticas específicas que surgieron. Este reconocimiento se llevó a cabo mediante la recopilación de datos y la participación activa en la observación del entorno. El propósito principal de esta etapa fue iniciar el proceso investigativo, identificando las problemáticas relevantes, investigándolas y formulando preguntas que guiaron la investigación.

Fase 2: Análisis

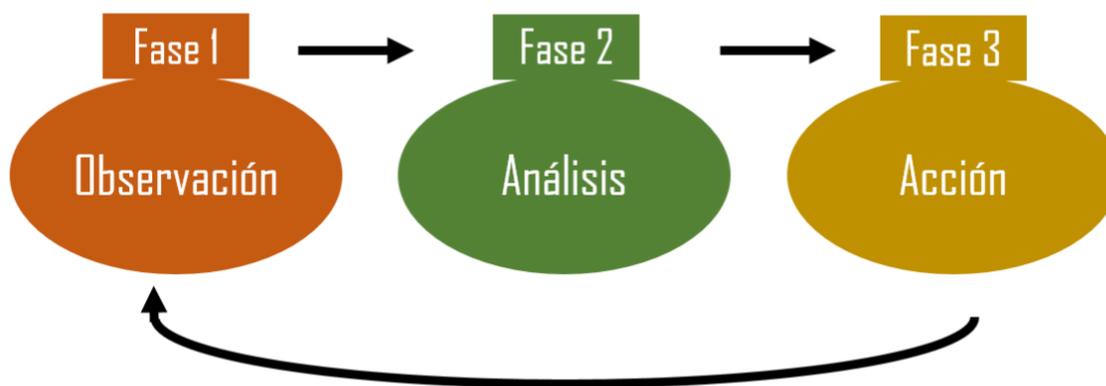
En la segunda fase, se procedió a analizar e interpretar los datos recopilados durante la fase de observación. Se realizó una inmersión profunda en el entorno escolar con el objetivo de comprender a fondo las dinámicas observadas. Además, se buscó resolver las dudas que surgieron durante la observación y se recopiló la información adicional para enriquecer el análisis. Esta etapa fue crucial para identificar patrones, relaciones y posibles causas subyacentes a las problemáticas detectadas.

Fase 3: Acción

La fase final de la investigación implicó la implementación de intervenciones educativas diseñadas para abordar las problemáticas identificadas y promover mejoras significativas en el entorno escolar. Se desarrollaron propuestas pedagógicas con base en los hallazgos del análisis previo, con el objetivo de fomentar un ambiente educativo más efectivo y propicio para el aprendizaje. Esta fase se caracterizó por la acción directa y la aplicación práctica de las soluciones propuestas, con el fin de generar un impacto tangible y positivo en la comunidad educativa.

Figura 1.

Fases del proceso investigativo



Nota. La imagen muestra las tres fases del proceso investigativo. Fuente: Producción propia basada en Hernández (2014).

Posteriormente de la etapa de acción del proceso de investigación cíclico (Ver figura 1), se procedió a retomar la fase de observación y análisis de las acciones emprendidas durante la implementación docente respecto a la intervención de las estrategias didácticas del investigador. Esto posibilitó la realización de una evaluación del proceso llevado a cabo que se sintetizó en el presente documento.

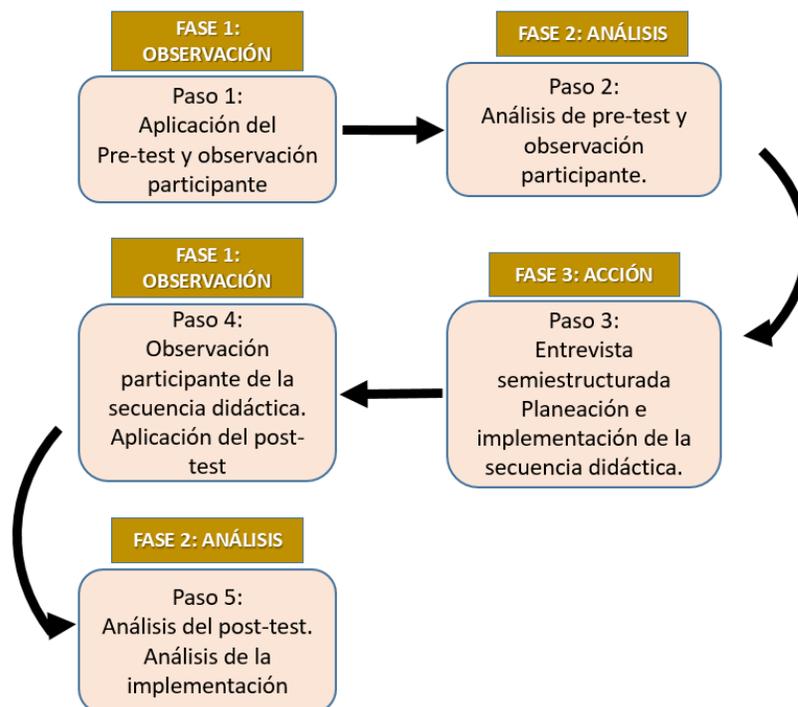
7.3. Población y Muestra

La población objetivo de este estudio consistió en los 16 estudiantes de noveno grado del Colegio Cosmo School. Entre estos estudiantes se seleccionó una muestra representativa de 2 estudiantes para llevar a cabo las entrevistas y análisis de sus procesos.

Para una mejor comprensión de la secuencia de estos pasos, se presenta en la siguiente figura un esquema que ilustra su ordenamiento.

Figura 2

Etapas del proceso investigativo.



Nota. La imagen muestra las etapas del proceso investigativo que se realizaron. Fuente: Elaboración propia.

En este estudio específico, se observó que tanto la fase 1 de observación como la fase 2 de análisis se llevaron a cabo en dos ocasiones. En la primera fase de observación, se ejecutó la aplicación de un pre-test y la observación participante del contexto escolar. Esto significó una prueba diagnóstica que permitiera reconocer los aprendizajes previos de los estudiantes respecto

al tema de las ondas sonoras y la observación de algunas clases presentadas por el docente de la institución a cargo. En la fase de análisis, se efectuó el análisis del pre-test, la observación participante del contexto escolar llevado a cabo por el docente a cargo del curso y la realización de entrevistas semiestructuradas para la evaluación inicial del proceso académico de los estudiantes. Posteriormente, se avanzó hacia la fase 3 de acción, donde se implementó la planificación e implementación de una secuencia didáctica. Luego, El proceso regresó a la fase 1 de observación, en la cual se analizó a los estudiantes y su interacción con la secuencia didáctica, además de realizar el post-test, que incluía las mismas preguntas del diagnóstico inicial para evaluar los cambios y aprendizajes obtenidos a través de la secuencia didáctica propuesta por el investigador. El objetivo era comprender los aprendizajes de los estudiantes con la aplicación de dicha secuencia didáctica. Finalmente, en la fase 2 de análisis, se llevó a cabo la evaluación del post-test y la implementación de la secuencia didáctica. Con estos análisis, la investigación llegó a su término.

7.4. Fases de la investigación paso a paso

Primer ciclo

Fase 1: observación.

Instrumentos de Recopilación de Datos.

- Pre-Test: En el marco de esta investigación, se empleó una serie de preguntas escritas (Ver anexo 2) diseñadas con el propósito de evaluar el nivel de conocimiento de los estudiantes respecto a las ondas sonoras. Dicha prueba se estructuró mediante una combinación de preguntas abiertas y cerradas, abordando aspectos relativos a la propagación de las ondas sonoras y su pertinencia en contextos de la vida cotidiana.

El pre-test, una evaluación inicial de carácter simple, se compuso de una serie de interrogantes destinados a identificar los conocimientos previos de los estudiantes. Este enfoque metodológico fue ampliamente empleado en investigaciones con orientación pedagógica

La siguiente matriz describe el proceso llevado a cabo para la aplicación del pre-test, de forma que se pudieron evaluar de manera comparativa los aprendizajes adquiridos al término de las secuencias didácticas.

Tabla 2.

Matriz de la Aplicación del Pre-test

Paso	Descripción
Preparación	Se estructura las preguntas respecto a las ondas sonoras.
Ejecución	Se proporcionaron preguntas abiertas y de opción múltiple relacionadas con las ondas sonoras.
Actividad	Descargaron un sonómetro y trabajaron en parejas para medir el volumen del sonido en distintos entornos.
Duda	Surgió la pregunta: ¿Qué son los decibeles?
Explicación	El docente explicó el significado de los decibeles y creó una tabla de intensidad para su comprensión.
Aplicación	Los estudiantes aplicaron el conocimiento midiendo los niveles de intensidad en diversos ambientes.

Nota. Tabla descriptiva del paso a paso del pre-test. Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas del pre-test fueron diseñadas para evaluar los conocimientos previos de los estudiantes. Se administraron preguntas abiertas y de opción múltiple relacionadas con el tema, lo que permitió al docente identificar conceptos erróneos o áreas de conocimiento poco claras. Para las preguntas abiertas, se utilizó un sonómetro para medir el volumen del sonido en distintos entornos, permitiendo al docente observar cómo los estudiantes interactuaban con el contenido de manera tangible y comprendían el tema de forma práctica.

Durante la actividad, surgió la duda sobre el significado de los decibeles, lo que permitió al investigador identificar lagunas en el conocimiento conceptual de los estudiantes. En respuesta, el docente explicó el concepto de decibeles y creó una tabla de intensidad para facilitar la comprensión del tema. De esta manera, los estudiantes pudieron aplicar el conocimiento adquirido para responder las preguntas del pre-test.

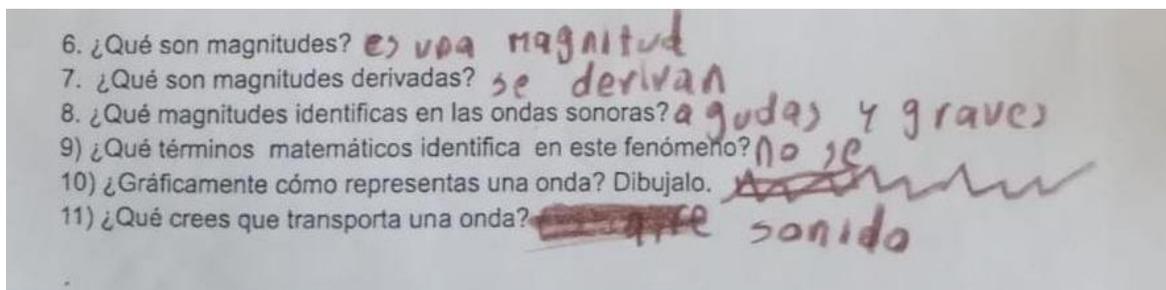
- Observación Directa y Participante: Durante la ejecución de las actividades, se llevaron a cabo observaciones directas y participantes, registrando tanto las interacciones entre los estudiantes como entre los estudiantes y los facilitadores. Las actividades se registraron en la carpeta digital en el registro fotográfico titulado “Evidencia fotográfica”.

Fase 2: análisis del pre test

En este proceso de análisis, el objetivo fue reconocer las bases que los estudiantes poseían en relación con el tema específico de las ondas sonoras, así como sus conocimientos más generales en áreas como la física y la matemática.

Figura 3

Pre-test estudiante 1

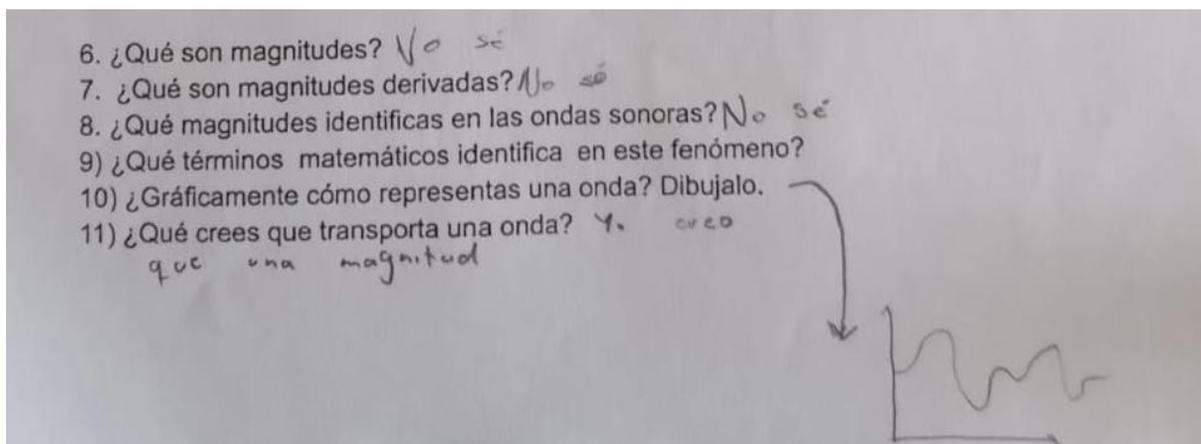


Nota. Imagen de pre-test de estudiante 1. Fuente: Elaboración propia.

La evaluación del Estudiante 1 reveló que, en el contexto de las preguntas abiertas, el estudiante no pudo proporcionar definiciones para las preguntas visualizadas en la figura 3. Por ende, se infiere que el Estudiante 1, en su prueba diagnóstica, carecía de un conjunto de saberes previos. No obstante, se destacó en una comprensión general de una onda en su representación gráfica de una onda de sonido.

Figura 4

Pre-test estudiante 2



Nota. Imagen de pre-test de estudiante 2. Fuente: Elaboración propia

Esta prueba reveló que, en las preguntas abiertas, el estudiante no pudo proporcionar definiciones para ciertas interrogantes, lo que indica que el estudiante no quería desarrollar, o no tenía claro los conceptos y las proposiciones que estaba propiciando la prueba de ondas sonoras.

Además, en cuanto al aprendizaje de representación, se observaron cómo los estudiantes construyen la representación de una onda de sonido. Según la teoría de Ausubel, se puede inferir que los estudiantes poseen conocimientos previos en la representación de una onda, lo que sugiere una base conceptual sobre el tema de ondas sonoras en su estructura cognitiva según Ausubel.

Fase 3: Acción.

- Diseño e implementación de la estrategia didáctica: se diseñaron y llevaron a cabo un total de 4 sesiones que serán descritas a continuación:

Sesión 1: En la primera sesión, se implementó el trabajo colaborativo como estrategia didáctica. Esta estrategia se empleó tras la realización de un pre-test, donde los estudiantes utilizaron un sonómetro para medir el nivel de intensidad en una conversación, interactuando en parejas. Posteriormente, los estudiantes se dispersaron por diferentes áreas del colegio para repetir la medición con el sonómetro. Tras estas interacciones, se llevó a cabo un debate sobre las mediciones tomadas por cada pareja. Se observó que algunas parejas obtuvieron medidas muy bajas, mientras que otras se ubicaron en áreas con ruido constante, afectando la precisión de la

medición de la intensidad. En otro momento de la clase, el investigador explicó las distintas clases de sonido perceptibles por el oído humano, además de abordar la escala logarítmica para determinar la intensidad y el nivel de intensidad. Según Peralta (2015), las estrategias didácticas permiten al docente evaluar su eficacia para lograr un aprendizaje efectivo en los estudiantes.

Tabla 3

Matriz de actividad de una experiencia de sonido en la vida cotidiana

Paso	Descripción
Dispersión	Los estudiantes se ubicaron en distintos lugares dentro del colegio.
Análisis	Se compararon los niveles de intensidad medidos en lugares ruidosos y tranquilos.
Reemplazo	Se reemplazaron datos para entender la relación entre distancia e intensidad del sonido.
Reflexión	Preguntas sobre cómo se sintieron en diferentes espacios generaron respuestas positivas y destacaron la conexión entre actividades.

Nota. Matriz de las actividades realizadas en la intervención pedagógica. Fuente.

Elaboración propia

Sesión 2: En la segunda sesión, el proceso se inició con una introducción por parte del investigador, quien abordó las características fundamentales de las ondas sonoras, incluyendo la frecuencia, la amplitud y la longitud de onda, destacando su significativa relevancia en el contexto de la vida cotidiana. Seguidamente, se procedió a explicar las ecuaciones matemáticas asociadas con las propiedades de las ondas sonoras. La actividad central consistió en el "Diseño de una Experiencia Sonora en el Entorno Cotidiano", donde se instó a los estudiantes a demostrar su comprensión mediante la aplicación de los conceptos adquiridos en la aplicación de la secuencia didáctica. Durante esta dinámica, se presentaron varios vídeos ilustrativos que abordaron las variables involucradas en las ondas sonoras y las ecuaciones subyacentes en este fenómeno, preparando así el terreno para el análisis posterior en el pos-test. Este análisis implicó la visualización de vídeos explicativos sobre qué son las ondas sonoras, las propiedades del sonido, el módulo volumétrico y por qué el sonido viaja más rápido en el verano.

La realización de esta actividad en la segunda sesión se llevó a cabo mediante un enfoque colaborativo, en el cual se asignaron responsabilidades específicas a cada miembro del equipo.

El propósito fundamental de esta secuencia de actividades radicó en fomentar una comprensión sobre las ondas sonoras y su aplicación práctica en el mundo cotidiano, con el fin de estimular tanto el pensamiento analítico como el creativo de los estudiantes. Se proporcionaron lecturas y recursos adicionales para que los estudiantes pudieran realizar una indagación sobre las ondas sonoras. Además, se les brindó asistencia para comprender las ecuaciones matemáticas subyacentes en las ondas sonoras y cómo se aplican en el ámbito de la física mediante el uso de diversos instrumentos generadores de sonido. Las lecturas asignadas abordaron temas como las ondas contra propagantes, el volumen del sonido y los modos de vibración en tubos.

Sesión 3: Se desarrolló una actividad que involucraba el reconocimiento del decibel por parte del grupo, en respuesta a la siguiente pregunta planteada: "¿Cuántas personas hablando al mismo nivel de intensidad, cada una a 60 decibeles, pueden generar un ruido total de 120 decibeles, si una persona hablando en una voz normal es de 60 decibeles?", con el propósito de familiarizarse con esta unidad de medida, la cual ya había sido mencionada con anterioridad por los estudiantes. La tercera sesión se inició con la exposición de dicho problema a los estudiantes, seguida de su análisis y discusión. Las respuestas proporcionadas por los estudiantes indicaron que se requerían 2 personas para alcanzar el nivel de ruido deseado. Posteriormente, se llevó a cabo una explicación general al grupo, empleando fórmulas físicas para realizar los cálculos matemáticos necesarios, lo que resultó en la determinación de la cifra de 1'000.000 de personas como respuesta al problema planteado.

Con el propósito de cumplir con el objetivo, se incorporaron componentes esenciales, como la formación de grupos, la exploración de situaciones cotidianas y la culminación con una presentación final, con el fin de garantizar una participación activa y diversificada. Esta configuración permitió que los estudiantes emplearan sus conocimientos de manera colaborativa y reflexiva.

Sesión 4: Durante el encuentro, se realizó una retrospectiva del proceso llevado a cabo hasta el momento, seguida de una reflexión sobre las acciones individuales de cada estudiante. La sesión inició con la visualización de un vídeo explicativo acerca del desplazamiento de una onda sonora a través del aire, así como de las diversas variables que intervienen en este fenómeno físico. Además, se abordaron conceptos como el nivel de intensidad, la intensidad, la frecuencia y el periodo, entre otros, junto con temas como el módulo volumétrico y la representación mediante la función seno.

Se solicitó a los estudiantes que descargaran un generador de frecuencias, con el fin de llevar a cabo una experiencia práctica del efecto Doppler. Durante el desarrollo de la actividad, los estudiantes interactuaron entre sí, aplicando el proceso enseñado. Posteriormente, tres estudiantes realizaron mediciones, teniendo en cuenta la velocidad constante de uno de ellos al caminar y el tiempo que tardaba en alcanzar el generador de sonido, en este caso un celular con el generador de frecuencias. Los estudiantes observaron que a medida que el observador se aproximaba a la fuente, la frecuencia percibida aumentaba en comparación con la frecuencia emitida por la fuente, debido a las velocidades relativas. Para realizar este cálculo, los estudiantes consideraron la velocidad del sonido, la velocidad del observador y la velocidad de la fuente, la cual se consideró cero debido a que el celular estaba inmóvil sobre una silla.

Tabla 4.

Matriz de Actividad con Canciones y Conceptos Matemáticos

Paso	Descripción
Preparación	Se planificó la actividad con canciones, el uso de parlante y videobeam.
Escucha	Los estudiantes escucharon seis canciones en diferentes lugares del colegio.
Estimación	Una estudiante estimó la distancia entre el parlante y los estudiantes.
Medición	Utilizando el sonómetro, midieron el nivel de intensidad en decibelios.
Exploración	Se exploraron conceptos matemáticos como proporcionalidad directa e inversa y la fórmula del nivel de intensidad.
Conclusión	Se concluyó con una reflexión sobre la escala logarítmica y la relación entre conceptos matemáticos y físicos.
Consolidación	La última parte consistió en realizar cálculos para evaluar el aprendizaje y su coherencia.

Nota. Matriz paso a paso de actividad realizada en intervención pedagógica. Fuente. Propia.

La culminación de la secuencia didáctica se llevó a cabo mediante una sesión de reflexión grupal que consolidó los aprendizajes adquiridos, fomentando de esta manera la construcción de conocimientos significativos en el ámbito de las ondas sonoras.

Segundo ciclo

Fase 1: observación.

Aplicación del post test y entrevistas:

Se utilizaron las mismas pruebas escritas del pre test, para evaluar el conocimiento adquirido tras la implementación de las estrategias de enseñanza sobre la temática, empleando el nivel de comprensión previo de los estudiantes como base, con el propósito de medir el nivel de conocimiento adquirido por los estudiantes (Ver anexo 2).

Para determinar si se produjeron aprendizajes significativos y para identificar los conceptos que los estudiantes adquirieron sobre las ondas sonoras y su aplicación en la vida cotidiana, se utilizaron las mismas preguntas que en el pre-test. Este enfoque permitió analizar la evolución del conocimiento de los estudiantes a lo largo del proceso educativo.

Además del post-test, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas (Ver anexo 3) individuales a los estudiantes para complementar la evaluación. Estas entrevistas se realizaron después de la implementación de la secuencia didáctica y tuvieron como objetivo recopilar datos por medio de audios sobre las percepciones y actitudes de los estudiantes hacia la metodología utilizada en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las entrevistas semiestructuradas consistieron en una serie de preguntas predefinidas elaboradas por el investigador, complementadas con preguntas emergentes formuladas durante el transcurso de la entrevista. Estas entrevistas se realizaron de manera individual con los dos estudiantes después de la implementación de la secuencia didáctica. El proceso incluyó la grabación de audio de las entrevistas, seguido de la transcripción escrita de las respuestas proporcionadas por cada estudiante.

Estas entrevistas tuvieron como objetivo explorar las opiniones y experiencias de los estudiantes, así como examinar la aplicación práctica de los conceptos aprendidos en las sesiones en las que se llevó a cabo la secuencia didáctica. De esta manera, se obtuvo una comprensión más profunda de cómo los estudiantes percibieron y aplicaron el conocimiento adquirido en el contexto de su experiencia cotidiana.

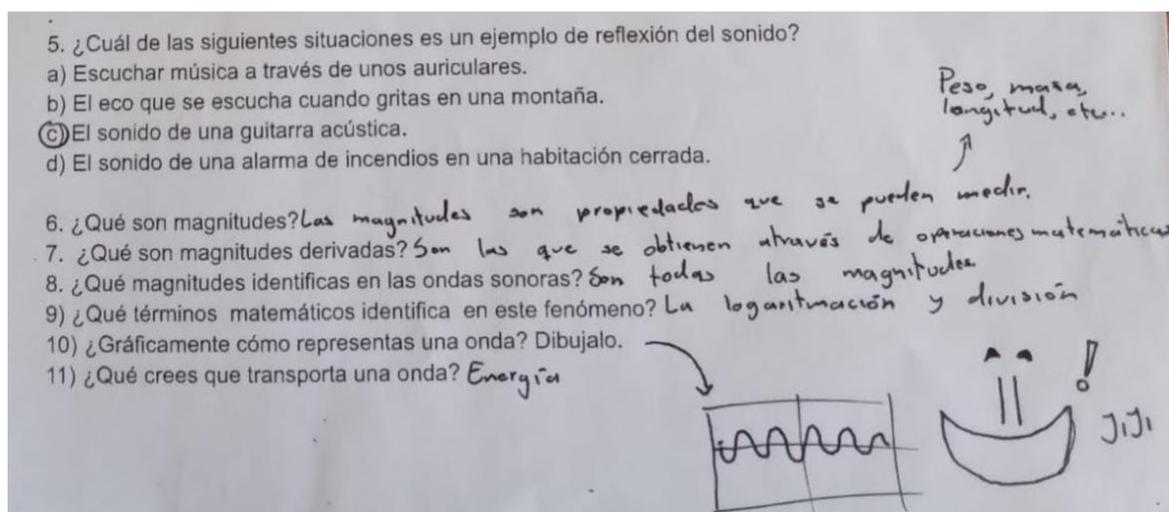
Fase 2: observación.

Análisis post test y entrevistas:

En este proceso de análisis, el objetivo primordial consistió en identificar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes luego de la intervención docente centrada en las ondas sonoras, con el fin de determinar si el proceso educativo alcanzó su objetivo establecido. Durante esta fase, se hizo evidente la necesidad de referenciar nuevamente las respuestas proporcionadas por el Estudiante 1 (Ver figura 5) y el Estudiante 2 (Ver figura 6), con el propósito de profundizar en la comprensión individual de los conceptos y la percepción de los estudiantes sobre la enseñanza recibida.

Figura 5

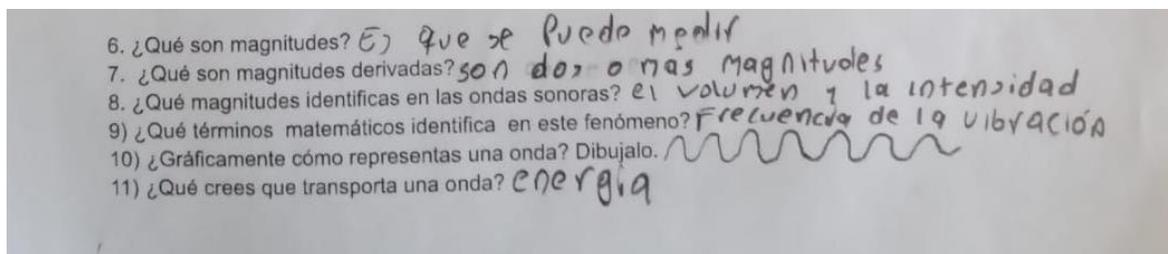
Post-test estudiante 1



Nota. Imagen de post-test de estudiante. Fuente: propia.

Figura 6

Post-test estudiante 2



Nota. Imagen de post-test de estudiante. Fuente: Elaboración propia.

El post-test fue la implementación de las mismas preguntas realizadas en el pre-test para visualizar la transformación del conocimiento de los estudiantes a lo largo de su interacción educativa en la secuencia didáctica propuesta por el investigador. Los análisis de estas preguntas y de esta transformación del conocimiento en los estudiantes será expuesta en el siguiente apartado titulado resultados y análisis.

8. Resultados y Análisis

Basado en los principios del aprendizaje significativo propuestos por Ausubel (1983), esta investigación presenta un análisis del proceso de aprendizaje de los estudiantes en el área de las ondas sonoras, estructurado en tres categorías principales: aprendizaje de representaciones, aprendizaje de conceptos y aprendizaje de proposiciones. Estas categorías proporcionan un marco integral para comprender cómo los estudiantes adquieren, comprenden y aplican el conocimiento relacionado con las ondas sonoras.

En cuanto al aprendizaje de representaciones, se explora cómo los estudiantes adquieren y comprenden representaciones visuales, gráficas o simbólicas relacionadas con las ondas sonoras, así como la manera en que asimilan y aplican estos modelos visuales en su comprensión del fenómeno sonoro. El investigador observó el uso de representaciones visuales por parte de los estudiantes a través de sus respuestas en diversas actividades, incluyendo entrevistas, cuestionarios y descripciones verbales durante la secuencia didáctica. Por ejemplo, en el post-test, el estudiante 1 presentó diagramas que caracterizan visualmente las ondas sonoras, mientras que el estudiante 2 demostró comprensión de diversos contextos funcionales de las ondas sonoras mediante representaciones apropiadas. Este enfoque se fundamenta en la teoría de Ausubel, Novak y Hanesian (2001), que subraya la atribución de significados a símbolos específicos. La evaluación se llevó a cabo observando cómo los estudiantes utilizaron estas representaciones en sus respuestas o tareas, así como a través de entrevistas. Los resultados indicaron que los estudiantes con una comprensión más amplia de los conceptos mostraron una mayor habilidad para aplicar estas representaciones en contextos cotidianos, lo que sugiere una sólida asimilación del conocimiento.

En segundo lugar, el aprendizaje de conceptos se enfoca en cómo los estudiantes adquieren y comprenden los fundamentos teóricos relacionados con las ondas sonoras, tales como frecuencia, amplitud, propagación y reflexión. Según Baque-Reyes y Portilla-Faican (2021, p.79-80), este tipo de aprendizaje se manifiesta cuando se asocia el significado de una palabra con su representación correspondiente. El investigador se centró en observar la aplicación de estos conceptos por parte de los estudiantes en diversos ejercicios relacionados con las ondas sonoras. Por ejemplo, el estudiante 1 demostró una comprensión clara del concepto de ondas sonoras, definiéndolas con precisión y relacionándolas con factores como la temperatura y

la propagación de energía. En contraste, el estudiante 2 mostró un entendimiento más básico al asociar las ondas sonoras con "sonido y vibraciones", lo que indica una comprensión general pero menos detallada del concepto. La evaluación implicó observar cómo los estudiantes aplicaron estos conceptos en ejercicios específicos sobre ondas sonoras. Los resultados indicaron una variabilidad en la comprensión de los conceptos, que osciló entre una comprensión clara y precisa, y una comprensión más básica pero significativa, lo que refleja diferentes niveles de asimilación del conocimiento teórico.

En tercer lugar, el aprendizaje de proposiciones se refiere a la capacidad de los estudiantes para captar y asimilar el significado de ideas expresadas en forma de proposiciones o declaraciones. Este tipo de aprendizaje, como lo describen Baque-Reyes y Portilla-Faican (2021, p.79-80), demanda la comprensión del significado de ideas expresadas de manera proposicional. Para evaluar esta categoría, se utilizaron pruebas diseñadas para medir la comprensión de conceptos sobre ondas sonoras. El análisis de las experiencias del estudiante 1 reveló su capacidad para captar y asimilar el significado de estas ideas, demostrando una comprensión clara de las proposiciones relacionadas con las ondas sonoras. De manera similar, el estudiante 2 mostró una comprensión adecuada de las ideas expresadas en forma de proposiciones, aunque con menor precisión. La evaluación de esta capacidad se realizó mediante pruebas y cuestionarios que evaluaron la comprensión de estos conceptos. Los resultados indicaron que los estudiantes, en general, son capaces de captar y asimilar el significado de las proposiciones, aunque con distintos niveles de precisión y profundidad.

El análisis también subrayó la importancia de la evidencia empírica obtenida a través de la experimentación práctica utilizando herramientas como GeoGebra y un sonómetro. Esta metodología facilitó la comprensión de conceptos clave y su aplicación en contextos cotidianos, como la música y el habla. Además, se destacó la necesidad de adoptar enfoques pedagógicos diferenciados para atender las necesidades individuales de los estudiantes y fomentar su desarrollo cognitivo integral. Estos enfoques permiten adaptar la enseñanza a las diversas formas en que los estudiantes aprenden y comprenden las proposiciones relacionadas con las ondas sonoras, promoviendo así un aprendizaje efectivo y significativo.

Por ejemplo, durante una entrevista, el investigador preguntó a un estudiante sobre su comprensión de las ondas sonoras. El estudiante 1 respondió: "Las ondas sonoras son ondas mecánicas que se propagan a través del aire, y su velocidad varía dependiendo de la temperatura.

Si el aire es más caliente, se propagan más rápido; si es más frío, se propagan más lento. Las ondas también propagan energía" (Morales, comunicación personal, 22 de noviembre de 2023). Esta respuesta refleja un aprendizaje significativo en términos de proposiciones, al articular cómo factores como la temperatura afectan la propagación de las ondas sonoras y su capacidad para transportar energía.

El análisis post-test reveló un cambio en el aprendizaje de los dos estudiantes, tanto en las interrogantes abiertas como cerradas. Este avance se evidenció a través de la comprensión alcanzada en los niveles de concepto, proposición y representación. Se constató que los estudiantes lograron discernir el significado de magnitudes, así como de magnitudes derivadas y otros conceptos pertinentes. Asimismo, se observó su habilidad para estructurar proposiciones al establecer relaciones entre términos y conceptos estudiados. En primera instancia, las magnitudes de onda fueron conceptualizadas como atributos mensurables, tales como peso, masa o longitud. Esta conceptualización muestra la comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza cuantificable de las características asociadas con las ondas sonoras, aspecto esencial para su análisis científico. Además, los estudiantes evidenciaron su capacidad para articular proposiciones completas al definir conceptos específicos requeridos por el docente. Por ejemplo, al abordar la noción de magnitudes derivadas, los estudiantes ofrecieron definiciones precisas que indican su entendimiento acerca de cómo estas magnitudes se obtienen mediante operaciones matemáticas o a partir de la combinación de otras magnitudes. Este uso apropiado de proposiciones estructuradas sugiere un sólido dominio de los conceptos implicados y la habilidad para expresar ideas de manera coherente. Por último, las respuestas demostraron la destreza de los estudiantes para representar las características de las ondas sonoras tanto en términos matemáticos como físicos. La identificación de términos matemáticos como logaritmicación y división, así como la asociación de magnitudes específicas como el volumen y la intensidad con el fenómeno de las ondas sonoras, denota una comprensión profunda de los principios subyacentes y una capacidad para relacionar estos conceptos con sus aplicaciones prácticas.

Las respuestas de los estudiantes ilustran cómo la aplicación de conceptos cognitivos como concepto, proposición y representación facilita la comprensión y el análisis de fenómenos físicos complejos como las ondas sonoras, lo cual evidencia un pensamiento crítico y una comprensión de los principios científicos involucrados.

La presente investigación hace una contribución al campo educativo al ofrecer un análisis del proceso de aprendizaje en el tema de las ondas sonoras. Destaca la importancia de enfoques pedagógicos que promuevan el aprendizaje significativo, es decir, la adquisición de conocimientos que los estudiantes puedan relacionar con sus experiencias previas y aplicar en situaciones prácticas.

Además, proporciona evidencia empírica sobre cómo los estudiantes pueden interiorizar y aplicar conocimientos complejos en el área de las ondas sonoras. En segundo lugar, subraya la necesidad de adoptar enfoques pedagógicos diferenciados que atiendan las diversas formas de aprendizaje de los estudiantes, promoviendo su desarrollo cognitivo integral. En tercer lugar, la investigación resalta la importancia de utilizar herramientas y metodologías prácticas, como GeoGebra y sonómetros, para facilitar la comprensión de conceptos abstractos y su aplicación en contextos cotidianos.

9. Conclusiones

La presente investigación no solo proporcionó a los estudiantes información teórica sobre las ondas sonoras, sino que también facilitó la aplicación práctica de este conocimiento, promoviendo un aprendizaje significativo. Los resultados obtenidos reflejan la eficacia de combinar enfoques teóricos con actividades prácticas, lo que permite a los estudiantes no solo comprender los conceptos abstractos, sino también aplicarlos en contextos reales. Esta combinación es esencial para el desarrollo de un entendimiento profundo y duradero de los fenómenos físicos y matemáticos.

Relacionar áreas del conocimiento como la física y las matemáticas es fundamental para una educación integral. Esta investigación destaca cómo la integración de estas disciplinas puede enriquecer el proceso de aprendizaje, ofreciendo a los estudiantes una visión más completa y coherente de los fenómenos que estudian. Las actividades que combinan estos campos pueden facilitar una mejor comprensión y aplicación de los conceptos, al mismo tiempo que fomentan el pensamiento crítico y analítico.

La investigación muestra la importancia de trabajar con los aprendizajes previos de los estudiantes. Reconocer y construir sobre el conocimiento que los estudiantes ya poseen permite una transición más fluida hacia nuevos conceptos, favoreciendo un aprendizaje significativo. Además, es esencial planificar las clases teniendo en cuenta este enfoque, ya que así se promueve una mayor retención y comprensión del material estudiado.

Reconocer la diversidad de formas de aprendizaje entre los estudiantes es otro aspecto clave. Los resultados muestran que los estudiantes aprenden a ritmos diferentes y tienen distintas formas de asimilar la información. Por ende, es vital adoptar enfoques pedagógicos diferenciados que puedan atender estas variaciones individuales. Al hacerlo, se garantiza que todos los estudiantes tengan la oportunidad de alcanzar su máximo potencial, independientemente de sus estilos de aprendizaje.

Sin embargo, la investigación presenta una limitación significativa en cuanto al número de estudiantes evaluados. Este factor puede influir en la generalización de los resultados obtenidos. Es necesario profundizar estos análisis con una muestra más amplia para poder validar los hallazgos y mejorar continuamente las prácticas docentes. Realizar estudios adicionales con

un mayor número de participantes permitirá obtener datos más robustos y proporcionar recomendaciones más precisas para la mejora de la enseñanza.

Una de las líneas de investigación futura que se propone es la exploración de actividades prácticas que puedan reforzar el entendimiento de las relaciones entre las matemáticas y la física detrás de las ondas sonoras. Es crucial clasificar las relaciones que se establecen entre estas áreas del conocimiento y los diferentes aspectos que se fortalecen mediante su integración. Esta línea de investigación puede proporcionar nuevas herramientas pedagógicas que faciliten una enseñanza más efectiva y conectada con las experiencias cotidianas de los estudiantes.

10. Referencias

- Aiziezon, B. & Cudmani, L (2007). Ondas, sonido y audición: ideas previas de los estudiantes de ciencias médicas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(3), 360-399.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5165669.pdf>
- Agüero, S. O., García-Salcedo, R., Guzmán, D. S., & Mendoza, J. G. (2012). *Los cómics en la enseñanza de la Física: Diseño e implementación de una secuencia didáctica para circuitos eléctricos en bachillerato*. *Latin-American journal of physics education*, 6(3).
- Anda, A. B. B., de Aguinaga Vázquez, P., & González, C. Á. (2010). El trabajo colaborativo y la inclusión social. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, 2(1), 48-59.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5547094.pdf>
- Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF, 1(1-10), 1-10.
https://www.academia.edu/download/36648472/Aprendizaje_significativo.pdf
- Ausubel, D. P. (2000). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Paidós. (Vol. 40). Grupo Planeta (GBS)
- Ausubel, D., Novak, J. Y. H. H., & Hanesian, H. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, 1(2), 53-106. (Vol. 3). México: Trillas.
- Baque-Reyes, G. R., & Portilla-Faican, G. I. (2021). El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje. *Pol. Con. (Edición Núm. 58)*, 6(5), 75–86.
- Baquero Guerra, J. L. (2020). *Estrategia pedagógica: Buenas prácticas de aula y su influencia en el aprendizaje significativo de la Matemática en los estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Técnica de Promoción Social del Municipio de Villanueva La Guajira - Colombia, 2018*. [Tesis doctoral, Universidad Norbert Wiener]. Repositorio Universidad Norbert Wiener <https://acortar.link/HZWuru>

- Bautista-Vallejo, J. M., & Hernández-Carrera, R. M. (2020). *Aprendizaje basado en el modelo STEM y la clave de la metacognición*. Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation, 6(1), 14-25.
- Cantoral, Ricardo; Reyes-Gasperini, Daniela; Montiel, Gisela (2014) Socioepistemología, Matemáticas y Realidad Revista Latinoamericana de Etnomatemática, vol. 7, núm. 3, pp. 91-116 Red Latinoamericana de Etnomatemática
- Castellanos, S. H., Yaya, R. E. (2013). La reflexión docente y la construcción de conocimiento: una experiencia desde la práctica. Sinéctica, 41. Recuperado de http://www.sinectica.iteso.mx/articulo/?id=41_la_reflexion_docente_y_la_construccion_de_conocimiento_una_experiencia_desde_la_practica
- Centro de Innovación Docente. (2021). *Lluvia de ideas o brainstorming*. Universidad del Desarrollo. <https://innovaciondocente.udd.cl/files/2021/06/lluvia-de-ideas.pdf>
- Cordoba Rivas, J. (2024). Aprendizaje Significativo Mediante la Contextualización de los Saberes en el Área de Matemáticas y Física. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(1), 5903-5931. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9936
- Cosmo School. (2022, May 24). Propuesta educativa. Cosmoschools.co; Comfama. <https://www.cosmoschools.co/propuesta-educativa/>
- Delgado Cobeña, E. I., Briones Ponce, M. E., Moreira Sánchez, J. L., Zambrano Dueñas, G. L., & Menéndez Solórzano, F. A. (2023). Metodología educativa basada en recursos didácticos digitales para desarrollar el aprendizaje significativo. *MQRInvestigar*, 7(1), 94–110. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/157/571>
- Galeana, L. (2006). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Ceupromed*, 1(27), 1-17. <https://500historias.com/lecturas/El-aprendizaje-basado-en-proyectos.pdf>
- Glinz Férrez, P. E. (2005). Un acercamiento al trabajo colaborativo. *Revista iberoamericana de educación*, 36(7), 1-14. <https://rieoei.org/RIE/article/view/2927>

- Guerrero Cuentas, H. R., Polo Mercado, S. S., Martínez Royert, J. C., & Ariza Colpas, P. P. (2018). Trabajo colaborativo como estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico. *Opción* 34(86) <https://acortar.link/JjSidY>
- Guzmán, A., Ruiz, J., & Sánchez, G. (2021). Estrategias pedagógicas para el aprendizaje de las operaciones matemáticas básicas sin calculadora. *Ciencia y Educación*, 5(1), 55-74. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7839934>
- Hernández Arteaga, I., Recalde Meneses, J., & Luna, J. A. (2015). Estrategia didáctica: una competencia docente en la formación para el mundo laboral. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 11(1), 73-94. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134144226005.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D. F. McGraw-Hill/Interamericana.
- Jiménez, K. G. (2009). Propuesta estratégica y metodológica para la gestión en el trabajo colaborativo. *Revista Educación*, 33(2), 95-107. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44012058007.pdf>
- Jiménez, A. & Robles, F. (2016). Las estrategias didácticas y su papel en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *EDUCATECONCIENCIA*, 9 (10), 106-113. <https://acortar.link/JjSidY>
- Maldonado Pérez, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, 13(23), 263-278. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76102314.pdf>
- Marín, G. O., Téllez, Á. S. D., & Ríos, J. M. (2023). Escritura creativa para fomentar el aprendizaje significativo. Caso de la institución educativa Filadelfia (Caldas, Colombia), 2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 5627-5654. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4875
- Mero Briones, N. V., Bernal Álava, Ángel F., & Cedeño García, C. M. (2023). Estrategia didáctica de investigación dirigida para alcanzar aprendizaje significativo sobre herencia

- biológica. *Dominio De Las Ciencias*, 9(1), 93–116.
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3110/7220>
- Ministerio de Educación Nacional. (2021). *Educación expandida para la vida*. Bogotá: Imágenes y Texto Ltda. <https://acortar.link/Q6OOFC>
- Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12).
<https://doi.org/10.24215/23468866e029>
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo*. Recuperado el 8, 149-181.
- Ortiz-Ordoñez, Oyaga-Martínez, & Pineda-Vides. (2023). La Huerta Escolar como Estrategia Pedagógica para el Fortalecimiento del Aprendizaje Significativo en Estudiantes de Instituciones Educativas en el Departamento del Cauca en Colombia. *BILO*, 5(1), 111–120.
<https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/4953/4898>
- Peralta, W. (2015). El docente frente a las estrategias de enseñanza aprendizaje. *Revista Vinculando*, 13(1). <https://vinculando.org/educacion/rol-del-docente-frente-las-recientes-estrategias-de-ensenanza-aprendizaje.html>
- Pérez-Higuera, G. D., Niño-Vega, J. A., & Fernández-Morales, F. H. (2020). *Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física*. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 8(3), 17-23.
- Pico, L. & Rodríguez, C. (2011). *Trabajo colaborativo: serie estrategias en el aula en el modelo 1 a 1*. Buenos Aires: Educar.
- Ramírez, E. D. R. R., & Burbano, R. F. R. (2014). El trabajo colaborativo como estrategia para construir conocimientos. *Revista de Antropología y Sociología: Virajes*, 16(1), 89-101.
Recuperado a partir de <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/virajes/article/view/1001>

- Rivas, J. C. (2024). Aprendizaje Significativo Mediante la Contextualización de los Saberes en el Área de Matemáticas y Física. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(1), 5903-5931.
- Rivera Muñoz, J. (2004). El aprendizaje significativo y la evaluación de los aprendizajes. *Investigación educativa*, 8(14), 47-52.
http://online.aliat.edu.mx/adistancia/dinamica/lecturas/El_aprendizaje_significativo.pdf
- Rodríguez. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa* 3(1), 29-50.
<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/97912/rodriguez.pdf?sequence=1>
- Rojas, Y. C., & Graus, M. E. G. (2020). Tratamiento didáctico interdisciplinario de las funciones matemáticas en la educación preuniversitaria. *Didasc@lia: didáctica y educación*, 11(3), 299-324.
- Ruiz García, P. (2022). *Propuesta de actividades STEAM para profundizar en el estudio del análisis funcional*. [Tesis de maestría, Universidad de Valladolid]. UvaDOC principal.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/57623/TFM-G1699.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez Serra, R. C., & Pacheco Peña, P. de J. (2016). Un enfoque interdisciplinar de la Física General y Probabilidades y Estadística, carrera Matemática Física. *Atenas*, 3(35), 141-155.
<https://www.redalyc.org/journal/4780/478055145010/478055145010.pdf>
- Sánchez, M. R. (2011). Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. *Tendencias pedagógicas*, (17), 83-103.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3653734>
- Santillán, J., Cadena, V., & Cadena, M. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3(3.4), 212–227.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..847>

- Sigarreta, J., & Laborde, J. (2004). Estrategia para la resolución de problemas como un recurso para la interacción sociocultural. *Premisa*, 20, 15-28.
- Vázquez Antonio, J. M., Hernández Mosqueda, J. S., Vázquez-Antonio, J., Juárez Hernández, L. G., & Guzmán Calderón, C. E. (2016). El trabajo colaborativo y la socioformación: un camino hacia el conocimiento complejo. *Educación y Humanismo*, 19(33), 334-356. <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/educacion/article/view/2648/2678>
- Vera Barros, M. B. (2023). *Herramientas tecnológicas y su influencia en el aprendizaje interactivo en los estudiantes de la Escuela España, Pueblo Viejo. 2022* [Trabajo de grado, Universidad de Babahoyo] DSpace Principal. <https://acortar.link/tdwcWz>
- Vidal Ledo, M., & Rivera Michelena, N. (2007). Investigación-acción. *Educación Médica Superior*, 21(4), 0-0.
- Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. [Conferencia]. *Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-15)* Salt Lake City, USA. https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education
- Zamora Olivos, S. M., Segarra Merchán, S. R., González Encalada, S. A., & Vitonera Pazos, M. M. (2023). El aprendizaje significativo en la educación actual: una reflexión desde la perspectiva crítica. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 27(1), 218–230. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v27i1.1896>

11. Anexos

Anexo 1: Consentimiento informado



Anexos
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
DEPARTAMENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y
LAS ARTES
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS

Consentimiento de participación:

Yo _____, padre, madre o acudiente del estudiante _____ estoy de acuerdo en permitir que mi hijo(a) participe de la investigación titulada — Fomentando el aprendizaje significativo desde sus saberes previos de noveno grado de la I. E Cosmo School al utilizar las ondas sonoras que se llevará a cabo por el estudiante de la universidad de Antioquia: Yoneider Morales Gaviria, que se encuentran cursando sus últimos semestres de la licenciatura en matemáticas, teniendo en cuenta que la participación del estudiantes es voluntaria y que además se le es permitido: (a) No participar (b) dejar de participar en cualquier momento sin dar ninguna razón o recibir alguna penalización. Puede además decidir que la información de mi hijo(a) sea regresada a mi o sea destruida.

Propósito: Analizar el aprendizaje significativo por los estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Cosmo School, al utilizar las ondas sonoras para reconocer en este fenómeno las relaciones matemáticas que la favorece.

Procedimiento: el estudiante será observado en el contexto del aula escolar, de igual manera sus producciones serán analizadas, fotografiadas, grabadas o el estudiante podrá ser entrevistado para ahondar en alguna cuestión concerniente a la educación matemática. La investigación respetará toda la confidencialidad, es decir, ni el nombre del niño ni su rostro aparecerán en el proceso investigativo, la información tendrá acceso restringido y bajo la supervisión de los investigadores, sólo con fines académicos. Toda la información recogida durante la investigación será confidencial y se usarán seudónimos para el informe final de investigación.

Cualquier tipo de información puede dirigirse a los investigadores:

Yoneider Morales Gaviria cc: 10001000000 cel: 3100441073 correo:

yoneidermoralesgaviria@udea.edu.co

Consentimiento: me queda claro que firmando este consentimiento autorizo a mi hijo(a) en la participación de esta investigación.

	Firma	Cédula
--	-------	--------

	Firma	Cédula
--	-------	--------

Cualquier comentario o situación en la que se sospeche de la falta ética de la investigadora puede

ser discutida con la asesora Ciro Emilia Botero correo: ciro.botero@udea.edu.co

Anexo 2: Pre-test y Post-test

**Pretest: Evaluación del Conocimiento Inicial sobre Ondas Sonoras**

Seleccione la respuesta correcta marcando la opción correspondiente y responda las preguntas.

Nombre _____ Grado _____

1. ¿Qué tipo de ondas son las ondas sonoras?
 - a) Ondas electromagnéticas
 - b) Ondas de luz
 - c) Ondas mecánicas
 - d) Ondas gravitacionales

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta sobre la propagación del sonido?
 - a) El sonido se propaga más rápido en el vacío que en el aire.
 - b) El sonido se propaga sólo a través del aire.
 - c) El sonido se propaga mediante ondas mecánicas.
 - d) El sonido se propaga más rápido en líquidos densos que en líquidos menos densos.

3. La velocidad del sonido en el aire a temperatura ambiente es aproximadamente:
 - a) 300,000 metros por segundo
 - b) 1,000 metros por segundo
 - c) 340 metros por segundo
 - d) 700,000 metros por segundo.

4. ¿Qué sucede con la frecuencia de una onda sonora si aumenta el tono del sonido?
 - a) La frecuencia disminuye.
 - b) La frecuencia se mantiene constante.
 - c) La frecuencia aumenta.
 - d) La frecuencia no está relacionada con el tono del sonido

5. ¿Cuál de las siguientes situaciones es un ejemplo de reflexión del sonido?
 - a) Escuchar música a través de unos auriculares.
 - b) El eco que se escucha cuando gritas en una montaña.
 - c) El sonido de una guitarra acústica.
 - d) El sonido de una alarma de incendios en una habitación cerrada.

6. ¿Qué son magnitudes?
7. ¿Qué son magnitudes derivadas?
8. ¿Qué magnitudes identificas en las ondas sonoras?
- 9) ¿Qué términos matemáticos identifica en este fenómeno?
- 10) ¿Gráficamente cómo representas una onda? Dibujalo.
- 11) ¿Qué crees que transporta una onda?

Anexo 3: Entrevista

Entrevista semiestructurada:

1. ¿Cuál es tu comprensión actual sobre lo que son las ondas sonoras? ¿Puedes explicar brevemente cómo crees que se propagan y cómo las percibimos?

2. Durante el curso, participaste en una secuencia didáctica relacionada con las ondas sonoras. ¿Puedes describir una de las actividades que más te llamó la atención o que consideraste más efectiva para aprender sobre este tema?

3. ¿En qué situaciones cotidianas crees que se aplican los conceptos de ondas sonoras? Por ejemplo, ¿has notado cómo funcionan en conciertos, teléfonos, películas o en otros escenarios?

4. ¿Qué desafíos o dificultades encontraste al aprender sobre ondas sonoras? ¿Hubo alguna parte del tema que consideraste especialmente complicada?

5. Después de participar en la secuencia didáctica, ¿cómo crees que tu comprensión de las ondas sonoras ha cambiado o mejorado? ¿Has podido aplicar lo que aprendiste en tu vida cotidiana de alguna manera?