

ESTRATEGIA PEDAGÓGICA BASADA EN TECNOLOGÍAS DIGITALES PARA
POTENCIAR HABILIDADES EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FÍSICA
ORIENTADA A ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO

GERMÁN DAVID PÉREZ HIGUERA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
MAESTRÍA EN TIC APLICADAS A LAS CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
FACULTAD SECCIONAL DUITAMA

SEPTIEMBRE, 2020

ESTRATEGIA PEDAGÓGICA BASADA EN TECNOLOGÍAS DIGITALES PARA
POTENCIAR HABILIDADES EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FÍSICA
ORIENTADA A ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO

Germán David Pérez Higuera

Proyecto de investigación para optar el título de Magister en TIC Aplicadas a las Ciencias
de la Educación

Director

Flavio Humberto Fernández Morales

Doctor en Ingeniería Electrónica

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Maestría en TIC Aplicada a las Ciencias de la Educación

Facultad Seccional Duitama

Septiembre, 2020

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Duitama, septiembre de 2020

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a mi familia, por ser el pilar fundamental de mi existencia, por brindarme desde el inicio de mi vida un constante apoyo, y por darme la energía para soñar y cumplir todos mis proyectos.

En especial a mi mamá Luz Marina y mi papá Marco Aurelio, dos personas maravillosas, que con su sabiduría han sido mi ejemplo a seguir, y han iluminado mi camino paso a paso.

También a mis hermanos Adriana y Edgar, a mis Sobrinos Leo y Cristian, y a las princesas del hogar Sofi y Mariana, muchas gracias por darle significado a mi vida.

Por último, a mi prometida María Alejandra, una mujer que irradia seguridad y con su sonrisa me llena de alegría el corazón.

Agradecimientos

Gracias a Dios por brindarme salud y sabiduría en este proceso de investigación, por alentarme en los momentos más fuertes y por darme alegría al culminar este logro tan importante.

A mi director de tesis, Doctor Flavio Humberto Fernández Morales, por ser un docente ejemplar y guiarme en este camino de aprendizaje, por compartirme su experiencia y amplio conocimiento, y lo más importante, gracias por ser un gran ser humano y por enseñarme que la clave del éxito es: “ir sin prisa, pero sin pusa”.

A mi compañero de maestría, Magister Jorge Armando Niño Vega, por estar siempre al tanto de mis dudas y contribuir en el desarrollo de esta experiencia, gracias por sus valiosos aportes, que obedecen al beneficio de la educación y de la ciencia.

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, por abrirme sus puertas y formarme en pregrado, especialización y maestría. Además, como un profesional íntegro, comprometido con el desarrollo de la educación e investigación en Colombia.

A los docentes de la Maestría en TIC aplicada a las ciencias de la educación, por abrir mi mente y hacerme ver más allá de realidad común.

Resumen

En este documento se presentan los resultados de aplicar una estrategia pedagógica basada en software de simulación, orientada a mejorar las competencias de solución de problemas de física. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, y la información se recolectó a través de una prueba diagnóstica y otra final. La muestra fue de 70 estudiantes de grado undécimo, de una institución educativa colombiana. Luego de aplicar la estrategia pedagógica con el simulador PHET, el puntaje promedio fue de 60,97 sobre 100, a diferencia del 43,02 obtenido inicialmente. La mayoría de estudiantes (45), se encontraba inicialmente en desempeño básico, mientras que, en la prueba final, la mayor frecuencia se da en el desempeño alto, con 45 estudiantes. La diferencia en el desempeño es significativa, indicando que la estrategia pedagógica con tecnologías digitales generó resultados favorables. Se concluye que la simulación de fenómenos físicos permite a los estudiantes situarse en una actividad científica real, impactando positivamente en su proceso formativo.

Palabras clave: estrategia pedagógica, solución de problemas, enseñanza de física, simuladores.

Abstract

This document presents the results to apply a pedagogical strategy based on software simulator, this project has as objective to improve the solution competences in Physics problems. The research has a qualitative approach, it is descriptive type, the data collection was through a diagnostic test at the beginning and other one at the end. The sample was seventy students from eleven grade, they were from a Colombian institution. When was applied the pedagogical strategy with the PHET simulator, the average result was 60,97 over 100, the difference was 43,02 that was obtained at the beginning. The majority of students (45), had at the beginning a basic achievement, while in the final, test the highest frequency was obtained with a high achievement, with 45 students. The difference in data results is significant, this project showed that pedagogical strategy with digital technologies generated positive results. As conclusion the simulation about Physical phenomena help students to be involve on a real scientific activity, and this event impacts as a positive way in their formative process.

Key words: pedagogic strategy, problems resolution, physics teaching, simulators.

Tabla de Contenido

Capítulo I. Introducción	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo General.....	17
1.2.2 Objetivos específicos	17
1.3 Justificación	18
1.4 Estructura del informe.....	20
Capítulo II. Marco referencial.....	22
2.1 Marco conceptual	22
2.1.1 Estrategia pedagógica.....	22
2.1.2 Tecnologías digitales para la educación.....	23
2.1.3 Solución de problemas	24
2.1.4 Competencias en física.....	25
2.2 Marco Teórico	26
2.2.1 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	26
2.2.2 Aprendizaje colaborativo	28
2.2.3 Aplicación de TIC en el ABP.....	29
2.2.4 Las TIC en la educación media.....	30
2.2.5 Software de simulación PHET	31
2.2.6 Enseñanza de la física	33
2.3 Marco Legal	33
2.3.1 Estándares básicos de competencias en física.....	34
2.3.2 Derechos básicos de aprendizaje en física	35

2.3.3	Plan de área de ciencias de la institución educativa.....	36
2.4	Estado del arte	37
2.4.1	Investigaciones que involucran resolución de problemas	37
2.4.2	Investigaciones que involucran estrategias de aprendizaje basados en tecnología digitales	38
2.4.3	Investigaciones que involucran aprendizaje basado en simuladores de física	40
Capítulo III.	Diseño Metodológico	44
3.1	Enfoque y tipo de investigación	44
3.2	Población y muestra	44
3.3	Metodología	45
3.4	Recolección de información.....	46
3.5	Prueba Escrita.....	46
3.6	Hipótesis y variables	48
3.7	Aspectos éticos.....	49
Capítulo IV.	Estrategia pedagógica para potenciar habilidades en la solución de problemas de física en estudiantes de grado undécimo	50
4.1	Diseño de estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales.....	50
4.1.1	Resultados del diagnóstico	50
4.1.2	Requerimientos del diseño	53
4.1.3	Estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales	54
4.2	Propuesta para la estrategia de aula.....	55
Capítulo V.	Implementación de la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales en el Colegio Liceo la Presentación	60
5.1	Experiencia de aula en grado once.....	60
5.1.1	Trabajo en el aula	60

5.1.2	Resultados prueba final	71
5.2	Análisis estadístico de variables.....	75
5.2.1	Desempeño prueba inicial y final.....	76
5.2.2	Análisis estadístico mediante el Test de Wilcoxon.....	79
5.2.3	Discusión.....	83
Capítulo VI. Conclusiones		87
Referencias.....		90
Anexos		104

Listado de Figuras

Figura 1. Software de simulación PHET interferencia de ondas.....	32
Figura 2. Resultados prueba inicial grado undécimo.....	50
Figura 3. Resultados prueba inicial competencia: Explicación de Fenómenos	51
Figura 4. Resultados prueba inicial competencia: Indagación.....	52
Figura 5. Resultados prueba inicial competencia: Uso Comprensivo del Conocimiento Científico.....	53
Figura 6. Relación entre conocimiento, estudiantes y docente.....	55
Figura 7. Metodología propuesta para la intervención en el aula.	56
Figura 8. Experiencia en el aula virtual, propagación del sonido.....	58
Figura 9. Temas trabajados en el aula.....	60
Figura 10. Error de estudiantes al determinar periodo y frecuencia	62
Figura 11. Movimiento Armónico Simple.....	63
Figura 12. Recursos multimedia para la socialización de ejercicios	65
Figura 13. Difracción de la luz (Fuente: Autoría).....	66
Figura 14. Propagación del sonido, ondas mecánicas.....	67
Figura 15. Propagación de la luz, ondas electromagnéticas.	68
Figura 16. Reflexión y Refracción de la Luz.....	69
Figura 17. Clasificación de ideas y corrección de laboratorio.....	70
Figura 18. Resultados prueba final grado undécimo.	71
Figura 19. Resultados prueba final, competencia: Explicación de Fenómenos.....	73
Figura 20. Resultados prueba final, competencia: Indagación.	74

Figura 21. Resultados prueba final, competencia: Uso Comprensivo del Conocimiento Científico.....	75
Figura 22. Diagrama de caja, variable puntaje inicial y final	80
Figura 23. Diagrama de caja, variable puntaje inicial y final. Competencia: Explicación de fenómeno.....	81
Figura 24. Diagrama de caja, variable puntaje inicial y final. Competencia: Indagación	82
Figura 25. Diagrama de caja, variable puntaje inicial y final. Competencia: Uso comprensivo del conocimiento científico.	83

Listado de Tablas

Tabla 1. Resultados pruebas estudiantes antes y después de la estrategia.....	72
Tabla 2. Desempeño de los estudiantes antes y después de la estrategia.	76
Tabla 3. Desempeño antes y después, competencia: Explicación de Fenómenos.....	77
Tabla 4. Desempeño antes y después, competencia: Indagación.....	78
Tabla 5. Desempeño antes y después, competencia: Uso Comprensivo del Conocimiento Científico.....	78

Listado de Anexos

Anexo A. Plan de Área Ciencias Naturales (Física).....	104
Anexo B. Autorización Rectora Institución Educativa.....	107
Anexo C. Consentimiento Informado	108

Capítulo I. Introducción

En este documento se presenta una tesis de maestría, que propone una estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales, con el fin de desarrollar competencias para potenciar habilidades en la solución de problemas de física, con estudiantes de último año de secundaria. La solución de problemas es fundamental para que los estudiantes apliquen sus conocimientos al contexto, a la vez que se fomenta su interés por las ciencias exactas. A continuación, se presenta el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación del proyecto.

1.1 Planteamiento del problema

El propósito de los docentes de física, es enseñar a los estudiantes a usar la física como herramienta para analizar y resolver problemas (Sánchez-Luján, 2017). En este sentido, se quiere que los estudiantes empleen recursos matemáticos en la solución de problemas planteados en diversos contextos, no solo en el ámbito escolar, sino también en situaciones ordinarias fuera del colegio (Santos-Trigos, 1997; Alvis-Puentes, Aldana-Bermúdez & Caicedo-Zambrano, 2019). Asimismo, el amplio desarrollo y disponibilidad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), plantea retos en la educación, espacio en el que los estudiantes deben aprender contenidos, estrategias y habilidades, junto con el uso coordinado de las tecnologías digitales para el aprendizaje de la física (Santos-Trigos, 2016).

El docente debería crear las condiciones necesarias para que el estudiante pueda aprender frente a los estímulos del ambiente de aprendizaje. Estos espacios son apoyados mediante la integración de TIC, con nuevas alternativas pedagógicas que proveen a los estudiantes de experiencias significativas y mejoran el aprendizaje (Jaramillo, Castañeda, & Pimienta, 2009).

Por lo tanto, la resolución de problemas de física mediante tecnologías digitales, podría resolver la situación problema que evidencian los estudiantes con bajos resultados en el área de física.

En el Colegio Liceo La Presentación, de Sogamoso, una prueba diagnóstica tipo ICFES aplicada en el año 2019, que mide competencias en física, evidenció que los estudiantes del grado undécimo, presentan bajo rendimiento en lo relacionado con la solución de problemas.

La revisión de los resultados en las pruebas ICFES entre 2015 y 2018, indica que el colegio, en el primer año, a nivel departamental se encuentra en el puesto 35 y a nivel nacional en el 750, con un puntaje promedio de 59,33 de 100. En el 2016, el colegio se situó en el puesto 37 a nivel departamental y en el 834 a nivel nacional, con un promedio de 60,704. En el 2017, la institución se localiza a nivel departamental en el puesto 39 y nacional en el puesto 859, con un puntaje promedio de 60,097. En el 2018, se obtuvo un puntaje de 60,412, posicionándose en el puesto número 36 a nivel departamental y en el puesto 1076 a nivel nacional, lo que indica un deterioro de la clasificación del colegio a nivel nacional (MEN, 2019).

Lo anterior revela que, en la institución, los estudiantes han venido presentando un bajo rendimiento en el área de física, evidenciado en los pobres resultados de las pruebas ICFES. Este es un problema evidente para el colegio y sus estudiantes, ya que un escaso desarrollo de las competencias de resolución de problemas, limita las posibilidades a futuro de esta comunidad académica. En este sentido, es necesario que los docentes adopten nuevas estrategias para la enseñanza de la física, potenciando así en los estudiantes las habilidades para desarrollar sus competencias.

La física es una ciencia que se aplica en cualquier contexto de la vida diaria (Burbano, 2001), por lo que es necesario que los estudiantes utilicen los conocimientos previos, como las matemáticas, para el desarrollo de las competencias en física (Ordóñez-Ortega, Gualdrón-Pinto

& Amaya-Franky, 2019). Sin embargo, la enseñanza de la física en la institución, se enfoca meramente en textos teóricos, que anulan las habilidades del estudiante para solucionar un problema, y no se utilizan recursos, como: laboratorios, videos, presentaciones o plataformas, entre otros. Esto, a pesar que hoy en día hay infinidad de tecnologías digitales de fácil uso y rápida adquisición; si los docentes y estudiantes utilizan estos recursos tecnológicos podrían tener resultados favorables en la enseñanza-aprendizaje (Lindo-Pizarro & Diestra-Rodríguez, 2019; Romero-Ariza & Quesada-Armenteros, 2014).

El colegio tiene sala de informática, con 38 computadores y acceso a internet; en las aulas de grado undécimo hay video beam inteligente que se sincroniza a un computador. Sin embargo, las TIC no son de uso tradicional por parte de los docentes del colegio, no buscan recursos para implementar una herramienta didáctica que fortalezca el aprendizaje de los estudiantes, y prefieren continuar en una clase de pedagogía tradicional. La situación descrita anteriormente, llevó a plantear la siguiente pregunta orientadora de esta tesis de maestría:

¿Cómo potenciar habilidades en la solución de problemas de física para los estudiantes de grado undécimo, a través de una estrategia pedagógica basada en el uso de las tecnologías digitales?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Integrar una estrategia pedagógica basada en el uso de las tecnologías digitales, para potenciar habilidades en la solución de problemas de física en estudiantes de grado undécimo.

1.2.2 Objetivos específicos

Determinar los requerimientos pedagógicos para desarrollar la competencia de solución de problemas de física, a través de una prueba diagnóstica a los estudiantes de grado undécimo.

Diseñar una estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales, que permita potenciar habilidades en la solución de problemas de física en la población objeto de estudio.

Implementar la estrategia pedagógica con los estudiantes de grado undécimo, para promover el desarrollo de competencias en física.

Evaluar el impacto de la estrategia en los estudiantes de grado undécimo, mediante una prueba final por competencias.

1.3 Justificación

A finales del siglo XX, el mundo veía fascinado los avances de la electricidad y sus aplicaciones, mientras que Albert Einstein se planteó la pregunta que daría pie a la mayor parte de los avances tecnológicos que hoy conocemos: ¿Qué aspecto mostraría un rayo de luz en el momento de alcanzarlo? (Blanco-Laserna, 2012). En este sentido, la física tiene una función muy importante en la humanidad, ya que a lo largo de la historia ha sido el pilar fundamental para comprender los fenómenos del universo. Los científicos desarrollan avances tecnológicos que afectan a las diversas áreas de la actividad humana, tales como: la medicina, comunicación, tecnología y educación, por mencionar algunos (Marino-Vera, Mendoza & Gualdrón-Guerrero, 2017; Ruiz-Macías & Duarte, 2018; Cáceres & Amaya, 2016). Lo anterior revela lo significativo que es el estudio de la física en la educación secundaria, y lo importante que es aproximarse a la ciencia para comprender el pasado, vivir y dar significado al presente y ayudar a construir el futuro.

Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, MEN, en el documento de estándares básicos de competencias en ciencias naturales, en el apartado de estándares básicos de calidad, se hace un mayor énfasis en las COMPETENCIAS, sin excluir los contenidos temáticos. Se considera que no hay competencias totalmente independientes de los contenidos pues cada

competencia requiere conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y disposiciones específicas para su desarrollo y dominio (MEN, 2004, p.8).

La noción de competencia propone que quienes aprenden, encuentran significado en todo lo que aprenden; todo esto en conjunto, es lo que permite valorar si el estudiante es realmente competente en la solución de problemas (Vigo-Vargas, 2013). Es decir, con las competencias se pretende que los estudiantes no se limiten a acumular conocimientos, sino que aprendan lo que es oportuno para sus vidas y puedan aplicarlo para SOLUCIONAR PROBLEMAS en situaciones cotidianas (Vesga-Bravo & Escobar-Sánchez, 2018).

En física las competencias se agrupan en tres generales: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico (Uzcátegui & Betancourt, 2013). Los estudiantes en el colegio pueden generar competencias necesarias para la formación en física, a partir de: la observación y la interacción con el entorno, la recolección de información y la discusión. En estos espacios los estudiantes pueden llegar a la “conceptualización, la abstracción y la utilización de modelos explicativos y predictivos, de los fenómenos observables y no observables del universo” (MEN, 2004, p.9). Lo anterior revela la importancia de desarrollar en los estudiantes las competencias en el área de física.

De otro lado, se ha probado que las tecnologías digitales son fundamentales para desarrollar las habilidades cognitivas en los estudiantes (Torres-Salas, 2010). Por esta razón, la noción de integrar una estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales, busca obtener que los estudiantes de grado undécimo potencien habilidades en la solución de problemas de física. En este sentido, mediante el software de simulación de ondas PHET, se pretende crear condiciones para que los estudiantes comprendan los fenómenos físicos, asimismo puedan

comunicar sus hallazgos y hacer aportes al progreso de su comunidad, tal y como lo hace un científico.

Como se dijo anteriormente, en esta investigación se propone aplicar una estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales para potenciar las habilidades en la solución de problemas. En este sentido, será posible mejorar los resultados en las pruebas tipo ICFES y calificaciones en el área de física. Asimismo, otra de las ventajas de la investigación es que el docente se capacita y aprovecha las bondades de los recursos multimedia, plataforma virtual y software de simulación, con el propósito de mitigar el bajo rendimiento que muestran los estudiantes en el área de física.

1.4 Estructura del informe

La investigación tiene una estructura de seis capítulos, que presentan el progreso del proyecto de tesis, titulado: estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales para potenciar habilidades en la solución de problemas de física orientada a estudiantes de grado undécimo.

En el primer capítulo, se encuentra el planteamiento del problema, el objetivo general, los objetivos específicos y la justificación.

El segundo capítulo presenta el marco referencial, el cual está compuesto por: marco conceptual, marco teórico, marco legal y estado del arte. En ellos se describen los conceptos clave, las teorías, las leyes y las investigaciones relacionadas con el tema, realizadas en años recientes.

En el tercer capítulo, se muestra el diseño metodológico del proyecto, que está conformado por: el enfoque, tipo de investigación, población, muestra, metodología, recolección de información, prueba escrita, hipótesis y variables, que forjaron el camino para el desarrollo de la investigación.

En el cuarto capítulo, se expone la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales para potenciar habilidades en la solución de problemas en física. En este sentido, se describen los resultados de la prueba diagnóstica, los requerimientos de la estrategia TIC, junto con las faces para implementar la propuesta basada en tecnologías digitales.

En el quinto capítulo, se muestra la implementación de la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales en el Colegio Liceo la Presentación. Se efectúa una descripción de las faces trabajadas en el aula y las prácticas elaboradas en el laboratorio virtual. También se realiza el análisis estadístico, donde se comparan las pruebas diagnósticas con respecto a las pruebas finales, se genera la discusión de los hallazgos y se responde la pregunta de investigación.

En el sexto capítulo, se exponen las conclusiones de la investigación, donde se sintetiza lo que se presentó en los capítulos atrás y se valida el cumplimiento de los objetivos planteados en la tesis.

Capítulo II. Marco referencial

2.1 Marco conceptual

2.1.1 *Estrategia pedagógica*

Las estrategias para el aprendizaje significativo están conformadas sistemáticamente por: métodos, técnicas, actividades y recursos, con miras a garantizar el aprendizaje de los estudiantes, y establecen previamente los objetivos del programa de clase (García, Alviarez, & Torres, 2011). En este caso, el profesor es el responsable de organizar: métodos, técnicas, materiales y actividades para hacer que el estudiante aprenda (Ordóñez-Ortega, Gualdrón-Pinto & Amaya-Franky, 2019). Hoy en día, la tendencia es hacia las estrategias enfocadas en el aprendizaje, ya que estas colocan al estudiante como eje del proceso formativo (Garzón-Saladen & Romero-González, 2018).

En esta investigación se aplica una estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales, ligada al Aprendizaje Basado en Problemas, ABP. Se parte de un problema, y se desarrollan competencias en los estudiantes, mediante: la indagación, experimentación y ensayo (Paredes-Curin, 2016). En este sentido, se articula el método ABP y las TIC, a través de una estrategia pedagógica que se compone de ocho etapas, en las que el estudiante inicia su camino por medio de la indagación, y finalizan en el uso comprensivo del conocimiento científico (Paredes-Curi, 2016).

Para resolver un problema se parte de un planteamiento hasta llegar a la solución, en este proceso los estudiantes desarrollan diferentes habilidades. Frente a este escenario los alumnos trabajan de manera colaborativa a través del autoaprendizaje, en este sentido aprenden a tomar decisiones, planear estrategias, asimismo comparten experiencias a través de la comunicación y

el trabajo en equipo. Por otro lado, los estudiantes reflexionan sobre su propio aprendizaje para formar actitudes y valores; en síntesis, desarrollan la metacognición (Ríos-Muñoz, 2007).

La estrategia pedagógica empleada en este proyecto, inicia con el reconocimiento por parte de los alumnos, de conceptos científicos que son la base para la construcción del conocimiento subsiguiente. Luego, se integra el simulador PHET, al mismo tiempo el estudiante da solución a un problema, en donde debe aplicar sus conocimientos previos en conjunto con la herramienta digital. Finalmente, si el alumno cumple satisfactoriamente las etapas, se afirma que logró el objetivo propuesto.

2.1.2 Tecnologías digitales para la educación

Promover la integración de tecnologías digitales en todos los niveles del sistema educativo, es una necesidad, en vista de las amplias posibilidades que ofrecen para el desarrollo de la humanidad; además de generar aprendizaje que potencia la inteligencia emocional y los valores que guían una sociedad más justa y equitativa (UNESCO, 2018). En este sentido, la educación debe desarrollarse mediante estrategias digitales, puesto que los estudiantes se encuentran inmersos en la tecnología (Ñáñez-Rodríguez, Solano-Guerrero & Bernal-Castillo, 2019). Asimismo, la formación del docente debe girar en torno a los avances tecnológicos, ya que de esta manera se beneficiará el proceso enseñanza-aprendizaje en la resolución de problemas (García-Aretio, 2019). Al mismo tiempo, se deben formar alumnos para la vida presente y futura, que tengan las competencias necesarias para ejercer profesiones que aún no existen, con herramientas que no se han desarrollado y para dar respuesta a problemas que aún no están planteados (Vega-Monsalve & Ruiz-Restrepo, 2018).

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC, han permitido la innovación en la transmisión de nuevos saberes, asimismo ofrecen a los estudiantes ingreso a fuentes de

conocimiento ilimitados y herramientas multimedia que permiten simular fenómenos reales (Gómez-Collado, Contreras-Orozco & Gutiérrez-Linares, 2016). En este sentido, las TIC en la educación representan nuevos entornos de aprendizaje, que desarrollan las competencias necesarias para la formación y generan habilidades para la vida. Estos espacios se articulan con estrategias pedagógicas que integran lo visual, novedoso e interactivo; de igual manera, incentiva el uso de aplicaciones, plataformas y redes sociales (García-Sánchez, Reyes-Añorve & Godínez-Alarcón, 2018). Por otro lado, las TIC favorecen el progreso social y económico, así como otros entornos sociales, puesto que es importante crear espacios dedicados, a la discusión, argumentación y toma de decisiones (Sierra-Llorente, Bueno-Giraldo & Monroy-Toro, 2016).

2.1.3 Solución de problemas

En la educación, el concepto de problema es comprendido, como una situación inherente a un objetivo de estudio, en este sentido induce una necesidad de un sujeto, y sirve como partida para el diseño y solución de procesos en la enseñanza-aprendizaje (Pérez-Gómez & Beltrán-Pozo, 2011). En la solución de problemas se combinan dos procesos: uno es la comprensión, que genera un espacio en el problema y otro la solución, que explora el espacio del problema, así se intenta resolver (Rojas-Escalona, 2010). Frente a este escenario la educación tiene un papel fundamental, puesto que, cuando las estrategias no están orientadas a la solución de problemas sino a la repetición de ejercicios, el estudiante desarrolla bloqueos que limitan la expresión creativa y la comprensión de situaciones que no están dentro de un esquema definido (Nikulin-Chandia, Viveros-Gunckel, Dorochesi-Fernandois, Crespo-Márquez, & Lay-Bobadilla, 2017). Por lo tanto, el gran reto de la educación es enseñar a pensar y organizar los conocimientos, asimismo los estudiantes deben desarrollar competencias que le permitan interactuar de manera eficiente, eficaz, comprometida y responsablemente con su entorno.

La solución de problemas, relaciona: el talento, la capacidad y la creatividad de cada individuo, como parte sustancial de sus competencias (Cañón-Rincón & García-Pupo, 2018). Entre los diferentes tipos de pensamiento, algunos autores denominan dos categorías: el pensamiento convergente, que se fundamenta en la búsqueda de una respuesta determinada con una única solución a un problema; por otro lado, el pensamiento divergente consiste en efectuar diferentes procesos que permiten al alumno encontrar una mejor solución al problema (Guilford, 1950). Asimismo, para resolver cualquier tipo de problema se pueden seguir los siguientes pasos: primero comprender el problema, segundo concebir un plan, tercero ejecutar el plan y cuarto examinar la solución (Polya, 1965). Para cada una de estas etapas el autor propone una serie de preguntas y sugerencias, que permite al estudiante revisar los diferentes caminos para llegar a la solución del problema y al mismo tiempo se evidencian los errores más frecuentes.

2.1.4 Competencias en física

Según los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional, MEN, las competencias evaluadas en el área de física son: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico. Al realizar las pruebas que integran dichas competencias, el estudiante se enfrenta a resolver un problema abierto, real, complejo, productivo y se plantea en cómo actuar y por qué. Por otro lado, no se desvaloriza la importancia del conocimiento; se considera un componente; es decir, va más allá de la reproducción de un aprendizaje (Pedrinaci-Rodríguez, 2012).

A continuación, se describen las competencias utilizadas en la prueba escrita, para evaluar el nivel en el componente de procesos físicos en ciencias naturales, tomadas de los lineamientos ICFES (MEN, 2019, pág. 8):

Explicación de fenómenos: es la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de un fenómeno, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico.

Indagación: es la capacidad para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a ellas.

Uso comprensivo del conocimiento científico: es la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, y fenómenos que se observan con frecuencia.

2.2 Marco Teórico

A continuación, se describen algunos conceptos significativos con respecto al aprendizaje basado en problemas (ABP), aprendizaje colaborativo, aplicación de TIC en el ABP, las TIC en la educación media, software de simulación PHET y enseñanza de la física.

2.2.1 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

El ABP es uno de los métodos pedagógicos que rescata la propuesta constructivista. Se parte de un problema diseñado por el profesor, que el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias definidas con antelación (Bernate et al., 2020). Este método se basa en la inducción de un concepto, a partir de actividades estimulantes para los estudiantes, quienes plantean preguntas o acciones a realizar, con base en: la indagación, la experimentación y el ensayo. Mediante el ABP, los estudiantes pueden desarrollar habilidades, tales como: resolución

de problemas, toma de decisiones, trabajo en equipo, argumentación, presentación de información, actitudes y valores (Paredes-Curin, 2016).

Desde sus inicios, el ABP se presenta como una propuesta educativa innovadora, que se caracteriza porque el aprendizaje de los estudiantes sea significativo, asimismo desarrollar una serie de habilidades y competencias indispensables en el entorno científico. El proceso se desarrolla con grupos de trabajo, que aprenden de manera colaborativa en la búsqueda de resolver un problema complejo y retador, que diseña y plantea el docente, con el objetivo de desencadenar el aprendizaje autodirigido de sus alumnos (Morales-Bueno & Landa-Fitzgerald, 2004). Por otro lado, el rol del profesor se convierte en el de un facilitador del aprendizaje, al margen de la actividad colectiva, en donde interviene sólo si el grupo de alumnos se desvía visiblemente del objetivo, dando pistas para encarrilar nuevamente la discusión (Restrepo-Gómez, 2005).

Desde los años 60 se viene desarrollando el ABP en Chemeng-McMaster Universidad de Canadá, primero como una metodología de enseñanza, que luego se extendió a todo el mundo académico (Lermanda, 2007). Desde entonces, se han construido una serie de procesos que guían al docente para ejecutar el ABP en el aula de clase. Teniendo en cuenta las técnicas que se toman como base en esta investigación, en la construcción de la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales, se revisó el método de los nueve pasos, propuesto por La Academia de Matemáticas y Ciencias de ILLINOIS (2001), que consiste en:

Primero, preparar a los estudiantes para el ABP es un paso opcional, en el que se recuerda a los estudiantes el método y se les hace inducción para iniciar el proceso. Segundo, presentar el problema. Tercero, traer a cuento lo que se sabe sobre el asunto y establecer lo que se requiere saber para enfrentarlo mejor. Cuarto, definir bien el planteamiento del problema. Quinto, recoger

y compartir información pertinente. Sexto, generar soluciones posibles. Séptimo, evaluar las soluciones tentativas aportadas. Octavo, evaluar el desempeño en el proceso. Noveno, resumir la experiencia alcanzada al tratar el problema (Restrepo-Gómez, 2005, pág. 14).

En el ABP, el planteamiento del problema dirige el aprendizaje, por tanto, el estudiante debe entender que, antes de resolver un problema, hay que profundizar ciertos temas fundamentales en el desarrollo científico. Además, los problemas simulados que se integran deben ser progresivamente abiertos, para que el estudiante agudice su habilidad de búsqueda y mantenga una motivación constante. En este sentido, la formulación de un problema debe tener tres aspectos fundamentales: relevancia, cobertura y complejidad (Albanese & Mitchell, 1993). Como toda innovación, el ABP no está exento al cambio, todo esto por el trabajo continuo de bastantes investigadores en todo el mundo, que articulan sus vivencias a diferentes contextos pedagógicos. Poco a poco, las políticas de implementación curricular van pasando de una actitud indecisa, a una disposición más abierta, en donde las instituciones educativas inician a integrar el ABP (Restrepo-Gómez, 2005).

2.2.2 Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo, es uno de los modelos de aprendizaje que se utiliza de manera significativa dentro del aula de clases. Consiste en que los estudiantes son quienes diseñan su estructura de interacciones y mantienen el control, sobre las diferentes decisiones que repercuten en su aprendizaje. Además, se necesita estructurar interdependencias positivas para lograr una cohesión grupal (Collazos & Mendoza, 2006). Este modelo se entiende como el uso instruccional de pequeños grupos, asimismo los estudiantes trabajan en equipo y colaborando para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás (Johnson, Johnson & Holubec, 1993). Este tipo de aprendizaje no se opone al trabajo individual, ya que puede observarse como una

estrategia complementaria que fortalece el desarrollo de las habilidades y competencias del alumno.

En los últimos años, se han desarrollado tendencias en el E-learning, como: los MOOC, el modelo “Flipped Classroom”, el aprendizaje móvil, las analíticas de aprendizaje, el aprendizaje basado en juegos y los entornos personales de aprendizaje. En este escenario y en cada una de estas tendencias, se encuentra presente el aprendizaje colaborativo (Avello-Martínez & Duart, 2016). El aprendizaje colaborativo, lleva más de dos décadas de investigación mediada por TIC, en donde se evidencian efectos positivos en el aprendizaje; además, generan cambios en la dinámica grupal, enriquece las interacciones y crea oportunidades de compartir y construir conocimiento colaborativamente (Järvelä & Hadwin, 2013).

En este sentido, las tecnologías digitales han captado la atención de toda la comunidad educativa, debido a que permiten: la comunicación entre usuarios, rápido acceso a la información y la participación colaborativa de profesores y estudiantes (Jiménez-Espinosa, 2019; Cruz-Rojas, Molina-Blandón & Valdiri-Vinasco, 2019). Asimismo, el uso de todas estas herramientas acelera el avance hacia una dinámica colaborativa que permite la construcción social del conocimiento (Grant & Mims, 2010). Los pasos básicos que permiten llevar con efectividad las actividades colaborativas del aprendizaje, son: formación de grupos; selección de tarea grupal; claridad y flexibilidad de la tarea; significatividad de la tarea; monitoreo y control de la tarea (Avello-Martínez & Duart, 2016).

2.2.3 Aplicación de TIC en el ABP

Las ventajas del ABP, están demostradas y su implementación a través de dispositivos digitales ofrece nuevas propuestas de aprendizaje, que pueden potenciar las habilidades en diferentes áreas de la educación. Ejemplo de ello es que, actualmente, el uso del M-learning en la

educación médica, representa una alternativa en proceso de integración (Chávez-Saavedra, González-Sandoval & Hidalgo-Valadez, 2016). El método de aprendizaje mediante ABP, consiste en: primero se expone el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje de los alumnos, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema para resolverlo (Vera-Giménez, 2012).

En la educación, los estudiantes deben prepararse un entorno laboral, social, económico y cultural, donde deberán cruzar los enfoques tradicionales e implementar métodos innovadores (Trujillo-Losada, Hurtado-Zúñiga & Pérez-Paredes, 2019). Esto implica el uso de las TIC en el ABP, sobre un contexto real y científico (Wood, 2003). A la educación que involucra el uso de dispositivos móviles, se le conoce como m-learning, que tiene como objetivo permitir el aprendizaje en cualquier momento y lugar; es un ejemplo de cómo la construcción de competencias en los estudiantes va ligada al uso de las TIC (Chávez-Saavedra, González-Sandoval & Hidalgo-Valadez, 2016; Vargas-Vargas et al., 2020).

Una ventaja de las TIC en el área de física, es que ofrecen la posibilidad de la simulación de objetos y fenómenos, sobre los cuales se puede trabajar y hacer cualquier tipo de experimento (Niño-Vega & Fernández-Morales, 2019). Además, la calidad y fiabilidad de los softwares resultan ser bastante alta.

2.2.4 Las TIC en la educación media

Las TIC son el conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar información. Se trata de herramientas con amplia capacidad digital, que ejercen un número extenso de tareas que incluyen: comunicación, almacenamiento de datos, grabación y reproducción de audio y video, posicionamiento global, entre otros (UNESCO, 2013). Las TIC en la educación, representan los nuevos entornos de aprendizaje; además, desarrollan en los estudiantes las competencias y

generan habilidades para la vida (Martínez-López & Gualdrón-Pinto, 2018). Sin duda, las TIC han transformado la educación actual, puesto que el docente pasa de ser la principal fuente de información y emisor de conocimiento, para convertirse en un guía o conductor del aprendizaje; mientras que el alumno pasa de ser un receptor pasivo de información a un elemento que participa activamente en su propio aprendizaje (García-Sánchez, Reyes-Añorve & Godínez-Alarcón, 2018).

El desarrollo tecnológico, ahora permite la incorporación de aprendizajes virtuales en el diseño y la aplicación de la práctica educativa. En este sentido, se hace necesario que los docentes se adapten al uso de las nuevas tecnologías y al desarrollo de nuevos medios de transmisión y comunicación, para incorporarlos al proceso de enseñanza-aprendizaje (García-Palacios, 2015). La tecnología educativa constituye la manera de planificar y poner en práctica la educación, configurando los procesos de enseñanza con los recursos, espacios y tiempos, en términos de objetivos específicos (Sancho-Gil, Bosco-Paniagua, Alonso-Cano, & Sánchez-Valero, 2015).

En síntesis, el discurso pedagógico contemporáneo requiere fortalecer la tecnología educativa como concepto y como categoría. Las instituciones educativas, deben promover en los docentes un uso efectivo de la tecnología, no solo para enseñar en un área de conocimiento específica, sino para contribuir con la formación humana en: el ser, el hacer, el conocer y el convivir; todo esto debe darse en conjunción con las TIC (Torres-Cañizález & Cobo-Beltrán, 2017).

2.2.5 Software de simulación PHET

La tecnología digital interviene en casi todas las dimensiones del escenario social, el desarrollo profesional, el tiempo de esparcimiento y los vínculos, esto se apoya de manera

creciente en el uso de la tecnología informática (Lugo & Ithurburu, 2019). En este sentido, las tecnologías despliegan un amplio potencial que permite desarrollar procesos de aprendizaje-enseñanza ligados con la participación social. Asimismo, las tecnologías digitales traen nuevas formas de construir el conocimiento en el aula, lo que solicita no solo nuevos contenidos a ser incluidos en la formación sino también nuevas dinámicas de trabajo. A continuación, se presentan las bondades del software de simulación PHET que se integró en esta investigación.

Fundado en 2002 por el ganador del Premio Nobel Carl Wieman, el proyecto de simulaciones interactivas de PHET de la Universidad de Colorado en Boulder crea simulaciones interactivas gratuitas de matemáticas y ciencias. PHET se desarrolla con base en los siguientes principios: fomentar la investigación científica, proveer interactividad, hacer visible lo invisible, ilustrar modelos mentales e incluir cuerpos en movimiento, gráficos, datos y ejemplos de la vida real. Por otro lado, los estudiantes reciben retroalimentación inmediata sobre los cambios que efectúan en el software, esto les permite analizar las relaciones de causa-efecto y responder a preguntas científicas mediante la exploración de la simulación.

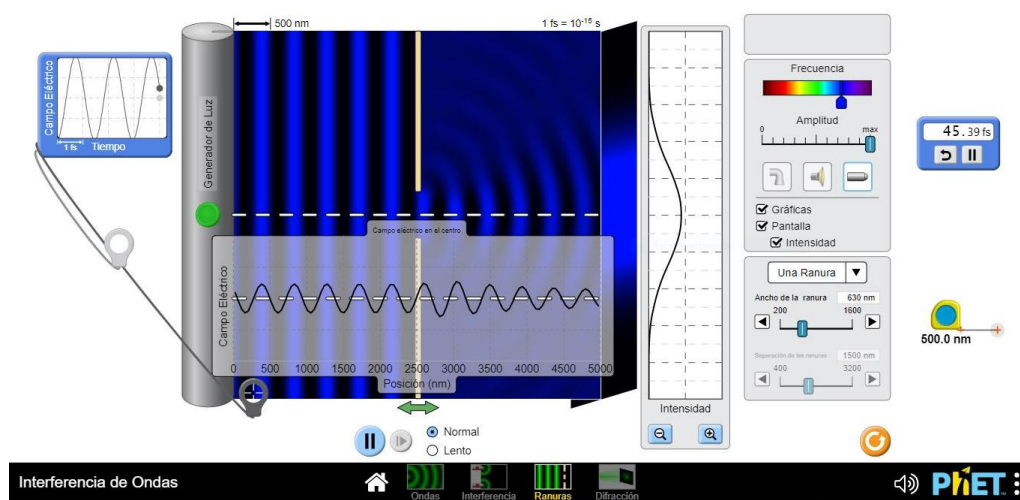


Figura 1. Software de simulación PHET interferencia de ondas. (Fuente: PHET).

El simulador de interferencia de ondas PHET, figura 1, presenta un menú en donde se accede a trabajar con ondas mecánicas u ondas electromagnéticas, incluye controladores para manipular la frecuencia, periodo, amplitud y longitud de onda. Al simular ondas de luz, provee varios instrumentos: osciloscopio que mide el campo eléctrico en función del tiempo, un cronómetro en femtosegundos y un metro en nanómetros, también se visualiza el color que genera un láser al manipular la frecuencia. Asimismo, en las ondas mecánicas sonoras, se ve la perturbación de partículas en el ambiente: es decir, los altibajos de presión, situaciones ligadas a los fenómenos ondulatorios como la difracción y la superposición de ondas.

2.2.6 Enseñanza de la física

Las innovaciones en la enseñanza de física, se han vuelto cada vez más necesarias cuando se busca desarrollar competencias y problematizar situaciones en donde los estudiantes utilizan sus habilidades para solucionar un problema, tal y como lo hace un científico. Por lo tanto, el paso a seguir en la educación inicia con la creación de nuevas estrategias, nuevas formas de evaluación y nuevas formas de integrar contenidos. Además, hay que trabajar de modo contextualizado e interdisciplinario, rompiendo el pragmatismo de enfoques tradicionales que predominan en los colegios (Ribeiro-Sousa, Moreira, Bovolenta-Ovigli, Oliveira, & Colombo-Junior, 2019). Un factor por el cual la ciencia es percibida de forma negativa por los estudiantes, radica en la práctica docente, cuando aborda las temáticas con uso continuo de fórmulas, leyes y conceptos científicos, sin fines de aplicación, sin evidencia alguna relacionada con la realidad inmediata de los alumnos (García-Rangel, García-Rangel, & Reyes-Angulo, 2014).

2.3 Marco Legal

La educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y

de sus deberes (Ley 115, 1994). En esta investigación, se toman como base los documentos del Ministerio de Educación Nacional, MEN, puntualmente en el área de Ciencias Naturales específicamente en la asignatura de física o entornos físicos, como un panorama al diseño curricular en Colombia. La Ley 115, se establece la autonomía curricular de los centros educativos; los cuales son responsables de la formulación y registro de un Proyecto Educativo Institucional (PEI).

2.3.1 Estándares básicos de competencias en física

El MEN, desde el 2003, trabaja en el mejoramiento de la calidad de la educación, basándose en los estándares básicos que pretenden desarrollar en los estudiantes las competencias y habilidades necesarias que exige el mundo actual para vivir en sociedad. En este sentido, con la integración de estándares en Ciencias Naturales, se busca desarrollar las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar fenómenos y resolver problemas (MEN, 2004, p. 3). La validación de los Estándares Básicos de Competencias, EBC, la realizó la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC, que tienen como fin contribuir al fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación, al desarrollar estrategias para el beneficio de la sociedad (ACAC, 2020).

Los EBC, son criterios que permiten conocer lo que deben aprender los alumnos, y establecen el punto de referencia del saber y saber hacer. Asimismo, son guía para que todas las instituciones escolares ofrezcan la misma calidad de educación a los estudiantes de Colombia. Los estándares buscan que los individuos no se limiten a acumular conocimientos, sino que aprendan lo que es pertinente para su vida y puedan aplicarlo para solucionar problemas nuevos en situaciones cotidianas (MEN, 2004, p. 5). Además, se pretende que el alumno desarrolle, desde el comienzo de su vida escolar, habilidades científicas para: explorar hechos y fenómenos;

analizar problemas; observar, recoger y organizar información relevante; utilizar diferentes métodos de análisis; evaluar los métodos; compartir los resultados (MEN, 2004, p. 6).

En los estándares básicos de calidad se hace un mayor énfasis en las competencias, sin excluir los contenidos temáticos. No hay competencias totalmente independientes de los contenidos del saber, ya que cada competencia requiere conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y disposiciones específicas para su desarrollo y dominio (MEN, 2004, p. 8).

2.3.2 Derechos básicos de aprendizaje en física

La educación de calidad es un derecho fundamental y social que debe ser garantizado para todos. Por esta razón, el MEN, presenta los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), como conjunto de aprendizajes estructurados que forman a los estudiantes en cada uno de los niveles educativos. Asimismo, son estructuras que expresan las unidades básicas y fundamentales sobre las cuales se puede edificar el desarrollo futuro del estudiante. Los DBA se organizan de forma coherente con los Lineamientos Curriculares y los EBC. Su importancia radica en plantear elementos para construir rutas de enseñanza, que promueven el aprendizaje como resultado de un proceso, para que de esta manera los estudiantes alcancen los EBC propuestos en cada nivel (MEN, 2016, p. 5).

Los DBA por sí solos, no constituyen una propuesta curricular y estos deben ser articulados con los enfoques, metodologías, estrategias y contextos definidos en cada establecimiento educativo, en el marco de los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) que se encuentran en los planes de área y de aula. Al mismo tiempo el maestro puede trasladar los DBA que se formulan para cada grado, en función de las especificidades de los procesos de aprendizaje de los estudiantes. En síntesis, los DBA son una estrategia para promover la

flexibilidad curricular, puesto que definen aprendizajes amplios que requieren de procesos a lo largo del año (MEN, 2016, p. 6).

2.3.3 Plan de área de ciencias de la institución educativa

El plan de área de Ciencias Naturales, del Colegio Liceo la Presentación, se organiza con las normativas descritas anteriormente y se compone de cuatro periodos académicos, que se dividen en 9 semanas. El plan de área de la institución, presenta: Núcleo temático del periodo, pedagogía asumida desde el área, proyectos transversales, componentes, competencias, derechos básicos de aprendizaje, estándares, temas y subtemas del periodo, planeador, fase afectiva, fase cognitiva, fase expresiva, logros e indicadores de logro, actividades y tiempo, recursos y criterios de evaluación por desempeño. En esta investigación, se desarrollaron los procesos definidos en los tres primeros bimestres, que se encuentran dentro del marco de ondas mecánicas y ondas electromagnéticas, del grado undécimo (ver anexo A).

El plan de área de Ciencias Naturales, está conformado por tres dependencias: biología, química y física, que se definen como: entorno vivo y procesos biológicos, entorno físico y procesos químicos, entorno físico y procesos físicos, respectivamente. Además, como transversalidad para el marco de las tres dependencias, se tiene ciencia tecnología y sociedad (Plan de Área Ciencias Naturales, Colegio Liceo la Presentación Sogamoso, 2019).

En el plan de área se presenta la evaluación, de acuerdo al sistema de evaluación establecido por la institución que consiste en tres dimensiones: afectiva, cognitiva y expresiva, el cual se diseñó tomando como base los lineamientos del MEN (Decreto 1290 de 2009), que plantea que cada establecimiento educativo definirá y adoptará su escala de valoración de los desempeños de los estudiantes en su sistema de evaluación, de acuerdo a la escala nacional. En el caso del Colegio Liceo la presentación, se adopta una escala de valoración de 10 a 50.

2.4 Estado del arte

Esta revisión se realizó con el propósito de presentar un panorama acerca de la enseñanza y la solución de problemas en el área de física, mediante el uso de tecnologías digitales. En diferentes bases de datos, se consultaron 50 documentos en países de lengua hispana, América Latina y Europa, en los que se incluyen artículos científicos de investigación y revisión. Las investigaciones se publican entre los años 2015 y 2019. A continuación, se exponen las investigaciones que se consultaron con mayor relevancia, organizadas cronológicamente y teniendo en cuenta: investigaciones que involucran resolución de problemas, estrategias de aprendizaje basados en tecnologías digitales y aprendizaje mediante simuladores de física.

2.4.1 *Investigaciones que involucran resolución de problemas*

Martínez-Moreno, Zúñiga-Martínez, & Tovar-Rodríguez (2018), se plantearon investigar sobre la enseñanza de la cinemática mediante la técnica de mapas conceptuales híbridos, que describen de manera gráfica la resolución de problemas físicos. El mapa puede ser considerado como una representación gráfica del sistema de prácticas operativas y discursivas, activadas durante el proceso de resolución de una situación física problematizada, donde participan un conjunto de objetos físico matemáticos que comprenden lenguaje, conceptos, propiedades, argumentos y procedimiento. La enseñanza promueve el trabajo colaborativo y podría ayudar al aprendizaje de la Cinemática en el contexto de la resolución de problemas a través de la activación de procesos metacognitivos.

Morphew & Mestre (2018), realiza un estudio en donde indaga si la habilidad para resolver problemas se articula con la comprensión de los conceptos que subyacen en una situación específica. En la investigación seleccionan un grupo de estudiantes de bajo desempeño académico, y se integra una estrategia en donde los alumnos ven la solución de un problema de

forma narrada y animada sobre dinámica angular; después de ver la solución, los estudiantes intentan resolver un nuevo problema con diferentes procesos en donde se presentan resultados favorables. Esto sugiere que, al menos para estudiantes de bajo desempeño, la resolución de problemas y la comprensión conceptual en física, constituye con distintos tipos de conocimientos que se desarrollan de manera independiente. Por otro lado, la habilidad para resolver problemas complicados no es indicativa de la comprensión conceptual.

El desarrollo de competencias en los estudiantes, es fundamental para su proceso cognitivo. En este sentido, Coello-Pisco, González-Cañizalez, Hidalgo-Crespo, Barzola-Monteses, & Alonso-Aguila (2019), se plantearon analizar el modelo educativo “Science, Technology, Engineering and Mathematics”. Con este modelo se promueven estrategias de aprendizaje en los estudiantes del nivel básico en la carrera de Ingeniería Industrial, de la Universidad de Guayaquil Ecuador, en donde se toma una muestra de 83 voluntarios, con edades entre 18 y 25 años. La aplicación de este modelo demostró el desarrollo de la dimensión afectiva motivacional en matemáticas; asimismo las estrategias utilizadas con los estudiantes en este artículo muestran resultados positivos en el desarrollo de las habilidades para solucionar problemas.

2.4.2 Investigaciones que involucran estrategias de aprendizaje basados en tecnologías digitales

Según Bravo, Bouciguez & Braunmüller (2019), plantean una propuesta didáctica diseñada para favorecer el aprendizaje de la Inducción Electromagnética (IE) básica y el desarrollo de competencias digitales. La propuesta en Argentina fue implementada en un curso con estudiantes de 17-18 años de edad. Los resultados obtenidos permiten percibir que la secuencia ha contribuido a lograr una mejor comprensión de las ideas claves asociadas a la IE, a

la vez que implicó a los estudiantes en el uso de distintos recursos tecnológicos. Por lo tanto, la investigación puede aportar procesos y desarrollo de competencias digitales, aspecto que se relaciona con esta investigación.

La siguiente investigación se efectúa en Colombia, por Montoya-Ramírez (2019), La cual tiene como propósito el uso de las TIC, en el proceso de enseñanza aprendizaje de la física. Se realizó en la ciudad de Bogotá con estudiantes de undécimo grado. Los autores llegaron a la conclusión de que el ambiente de aprendizaje mediado por TIC favoreció el desarrollo del pensamiento científico escolar, a partir de la modificación de los procesos metacognitivos, de búsqueda y construcción de explicaciones, así como la confrontación de conocimiento.

Lindo-Pizarro, & Diestra-Rodríguez (2019), se propusieron investigar el efecto del uso de una hoja de cálculo para el aprendizaje significativo del curso de Física II. Ellos utilizaron Software Curve Expert como herramienta de estímulo para la mejora del aprendizaje en estudiantes de física II, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. Realizaron dos grupos, uno para el análisis experimental y el otro de control; se aplicó una prueba cuestionario (*Pretest y postest*). Después de aplicar el diseño, se demuestra que existen diferencias significativas ya que el promedio alcanzado por el postest, es superior al alcanzado en el pretest. Este artículo expone una investigación con un proceso similar al que se realizó en la presente tesis, puesto que se toma una población se aplica una estrategia y se miden los resultados.

Las matemáticas son de uso necesario en la física, por ello Camacho-Ríos, Caldera-Franco, & Valenzuela-González (2019), se plantearon investigar los resultados del uso de sistemas algebraicos computacionales conocidos como aplicaciones para programas de cómputo (app), de contenido matemático, que fueron incorporadas a dispositivos móviles de estudiantes de ingeniería en un curso de ecuaciones diferenciales, en México. El objetivo fue que los

estudiantes adquirieran capacidades en el empleo de estas tecnologías, para resolver diferentes ecuaciones y obtener la gráfica de su solución. Los hallazgos muestran deficiencias en la evolución de la interfaz de las apps utilizadas, no obstante, la integración provoca fenómenos didácticos importantes. Según los autores, es importante contar con hardware de calidad para utilizar las app o software, de modo que brinden el rendimiento computacional requerido.

2.4.3 Investigaciones que involucran aprendizaje basado en simuladores de física

Roldán-Segura, Perales-Palacios, Ruiz-Granados, Moral-Santaella, & de la Torre (2018), desarrollan estrategia didáctica que integra actividades de programación por computador en la resolución de problemas de Física. La investigación tiene como objetivo facilitar, a través de la programación de simulaciones de Física, la asimilación de los contenidos de esta materia y, asimismo iniciar a los alumnos en la programación y en el pensamiento computacional. En este artículo se fundamenta teóricamente la propuesta, se presenta el material desarrollado para su implementación en el aula y se describe una intervención realizada en varios institutos, junto con su evaluación mediante cuestionarios, dirigidos a profesores y estudiantes. La tendencia hacia la tecnología y la programación en la educación, hace que la investigación desarrollada tenga un gran potencial de cara al futuro, y proporciona además un modelo que puede ser utilizado para desarrollar nuevos materiales docentes y extender la propuesta a otras asignaturas y niveles.

Proponer el uso de simuladores en la enseñanza de la física, favorece el aprendizaje y el desarrollo de competencias en los alumnos. Zorrilla, Macías-Manteca, & Maturano-Arrabal (2014), integraron el software Modellus para la enseñanza de Cinemática; todo esto en vista de las dificultades que exponen los estudiantes en el momento de comprender modelos, analizar fenómenos y resolver problemas. La investigación, se desarrolló en un plantel educativo de San Juan, Argentina, con estudiantes de último año con edades promedio de 18 años. Los resultados

indicaron una respuesta favorable por parte de los alumnos en el uso de recursos TIC, y una incidencia positiva de las simulaciones mediante la aplicación matemática que permite el modelo científico.

La observación de la enseñanza de la física, ha permitido constatar que no siempre el profesor dispone de conocimientos suficientes para utilizar el software como un medio didáctico. Por ello, Candelario-Dorta (2018), se propuso analizar algunos principios didácticos que el profesor tiene que considerar para manejar este producto digital en clase de ciencias, ya que el computador como herramienta intelectual, se aplica en la resolución de problemas y procesos cognitivos. Las simulaciones proporcionan entornos de aprendizaje similares a situaciones reales, y se han convertido en una excelente herramienta para mejorar la comprensión y el aprendizaje de temas complejos en algunas materias, como: matemáticas, física, estadística y ciencias naturales. Asimismo, se afirma que las simulaciones reducen al mínimo el tiempo de capacitación requerido, lo que posibilita una mayor concentración en el tema que se quiere aprender.

Reyes-Lazalde, Reyes-Monreal & Pérez-Bonilla (2016), presentaron una estrategia de innovación educativa, que consiste en la implementación de un proyecto de investigación virtual en biología, mediante la experiencia del uso del simulador que desarrollan en sus propios laboratorios. El objetivo del estudio fue explorar la usabilidad y niveles de aprendizajes alcanzados por los estudiantes universitarios en la carrera de biología. Realizan una investigación virtual, estructurada, de tipo semicerrado y guiada por supervisión docente especializada, y evaluó dos niveles de conocimiento en los alumnos, en donde toman el manejo de un programa informático y la comprensión de los conocimientos teóricos. Los resultados señalan que los alumnos alcanzan altos niveles de aprendizaje, en donde el 92,3% ejecutan satisfactoriamente las

actividades. Concluyen que los simuladores son una buena alternativa para la enseñanza, cuando las prácticas de laboratorio son costosas.

La acústica, es una de las ramas de la física en donde los simuladores pueden contribuir con la explicación de fenómenos. Petrosino, Landini, Lizaso, Kuri & Canalis (2019), presentan el uso del software toolbox k-wave, para apoyar la enseñanza de acústica, que tiene como objetivo simular de modo simple y eficiente la propagación de ondas en el dominio del tiempo, y el comportamiento de ondas ultrasónicas en medios biológicos.

Asimismo, es posible simular la propagación de campos acústicos en dos dimensiones, basadas en una imagen de referencia con diversas condiciones de contorno. Esto permite experimentar con diferentes condiciones y con cualquier alteración en la imagen, pues mediante operaciones simples de: corte, pegado, desplazamiento o rotación, se produce nuevas condiciones de simulación. La investigación permitió que los estudiantes, al menos en una primera aproximación, puedan concentrarse en el problema físico sin necesidad de ocuparse de los algoritmos.

En síntesis, la revisión del estado del arte para esta investigación, deja claro que los estudiantes a lo largo del tiempo y en diversos lugares, presentan obstáculos en el aprendizaje de la física, lo que genera una oportunidad de mejora en la educación actual. En este escenario, se presenta un buen número de metodologías didácticas que contribuyen en el desarrollo de competencias y habilidades en los alumnos, además prepara a los docentes para integrar nuevas estrategias pedagógicas y enfrentarse a un nuevo ciclo de la educación. Asimismo, se evidencia que las tecnologías digitales son un elemento esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que la mayoría de investigaciones señalan un progreso significativo en el desarrollo de competencias a partir del uso de las TIC. Cabe resaltar que el papel del docente es fundamental e

irreemplazable, ya que es el artífice de articular las estrategias didácticas con las tecnologías digitales, de modo que se produzcan los resultados esperados en el aprendizaje de los estudiantes.

Capítulo III. Diseño Metodológico

3.1 Enfoque y tipo de investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, en vista a que se recogen y analizan datos numéricos para comprobar hipótesis (Cadena-Iñiguez et al., 2017).

El alcance del trabajo es descriptivo, ya que se examina el problema de investigación, se indaga sobre los fenómenos nuevos y al final se identifican los conceptos o variables a ser estudiadas en futuras investigaciones (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio, 2010).

El diseño de la investigación es de tipo cuasi-experimental, ya que no es posible establecer un control efectivo sobre todas las variables, por lo que se recurre a diseño de control parcial (Materola et al, 2019). Es decir, se somete a prueba el tema de estudio, para posteriormente poder analizarlo y observar los resultados alcanzados, y llegar a una conclusión general.

3.2 Población y muestra

El trabajo se efectuó en la Institución Educativa Liceo la Presentación, de carácter privado, en la ciudad de Sogamoso, Colombia. La institución ofrece los niveles de preescolar, básica primaria, secundaria y media, a 1065 estudiantes pertenecientes a la clase media, de la población urbana del municipio.

El proyecto se adelantó en el área de física, durante los tres primeros bimestres del año escolar 2019. La unidad de análisis corresponde a 70 estudiantes, hombres y mujeres en similar proporción, con edades entre 15 a 17 años, de último año de secundaria.

3.3 Metodología

El proyecto se adelantó en la asignatura de física, incluida en el plan de estudios de la institución, el cual se desarrolla de acuerdo con los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional, MEN, como se indicó en el capítulo anterior. A continuación, se enlistan las actividades adelantadas durante la investigación:

- ✓ Realizar una revisión de literatura sobre el problema.
- ✓ Aplicar una prueba inicial a los estudiantes.
- ✓ Seleccionar programa de simulación, el software PHET en este caso.
- ✓ Diseñar e implementar una estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales. Esto implica: realizar presentaciones interactivas, capacitar a los estudiantes en plataforma Edmodo, al igual que elaborar las guías de trabajo requeridas.
- ✓ Aplicar una prueba final a los estudiantes, en condiciones similares a las de la prueba inicial.
- ✓ Recolectar los datos, tabularlos y analizarlos, mediante una prueba de hipótesis con el Test de Wilcoxon.
- ✓ Realizar el análisis de los datos, para establecer las conclusiones y sugerencias de la investigación.

Las actividades se realizan en el transcurso de primero, segundo y tercer bimestre del año escolar 2019, en donde se implementan tres sesiones mediante recursos multimedia y diapositivas interactivas, con el fin de establecer conocimientos básicos en los estudiantes. Asimismo, en estos espacios se integra el ambiente virtual de aprendizaje, mediante el software de simulación PHET; todo esto se aplica en cinco sesiones de dos horas cada una, que se

distribuyen en el transcurso de los tres bimestres. Adicionalmente, se realizó trabajo en casa de retroalimentación de las guías.

3.4 Recolección de información

Los datos se recolectaron mediante una prueba inicial y una prueba final, las cuales se aplicaron a los estudiantes antes y después de implementar la estrategia pedagógica mediada por tecnologías digitales. El modelo de evaluación se basa en el desarrollo de competencias básicas, cuya estructura se articula en las pruebas saber ICFES. Asimismo, se diseñaron instrumentos en donde los estudiantes demuestran con evidencias, el cumplimiento de actividades para alcanzar las competencias exigidas.

3.5 Prueba Escrita

Los instrumentos empleados para la recolección de datos en esta investigación fueron dos cuestionarios proporcionados por la empresa Milton Ochoa y CEINFES, expertos en evaluación, los cuales se encargan de diseñar pruebas tipo ICFES bajo las directrices que plantea el Ministerio de Educación Nacional, para medir competencias. El detalle de las pruebas escritas, se presenta con una autorización previa en siguiente enlace: <https://miltonochoa.com.co/web/> (CD-1 y CS-19). Este cuestionario tiene prohibida la reproducción sin autorización, por esta razón es importante aclarar que los estudiantes de la institución adquirieron el servicio para aplicar las pruebas.

Las competencias evaluadas en este estudio obedecen a los lineamientos del MEN (2019a), en el área de física, a saber: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico. Al realizar las pruebas que integran dichas competencias, el estudiante se enfrenta a resolver un problema abierto, real, complejo, productivo y se plantea el cómo actuar y el por qué. A continuación, se describen las competencias a desarrollar:

Explicación de fenómenos: es la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de un fenómeno, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico.

Indagación: es la capacidad para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a ellas.

Uso comprensivo del conocimiento científico: es la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, y fenómenos que se observan con frecuencia (MEN, 2019, pág. 8).

Las pruebas inicial y final constan de 16 ítems, todos de selección múltiple, con 4 posibles respuestas. Para evaluar en totalidad las competencias, en la prueba inicial los ítems se distribuyen así: 4 preguntas para explicación de fenómenos, 6 preguntas para indagación y 6 para uso comprensivo del conocimiento científico. Mientras que, en la prueba final, los ítems se disminuyen así: 3 preguntas para explicación de fenómenos, 6 preguntas para indagación y 7 para uso comprensivo del conocimiento científico. Hay que tener en cuenta que las competencias evaluadas en las dos pruebas son iguales; por otro lado, las temáticas o componentes varían, es decir que las pruebas no son iguales, pero evalúan las mismas competencias.

Los niveles de desempeño tienen el objetivo de complementar el puntaje numérico que se otorga a los estudiantes en la prueba escrita. De igual manera, permiten agrupar a los alumnos en 4 niveles, que se establecieron así: Superior (75 – 100]; Alto (50 – 75]; Básico (25 – 50]; Bajo [0 – 25]. Cada nivel de desempeño incluye una descripción cualitativa de las habilidades y

conocimientos, que se estima el estudiante desarrolló en cada nivel, y se describen a continuación, según los lineamientos ICFES de ciencias naturales. (MEN, 2017, pág. 73).

Bajo: El estudiante que se ubica en este nivel muy posiblemente alcanza a reconocer información explícita, presentada de manera ordenada en tablas o gráficas, con un lenguaje cotidiano y que implica la lectura de una sola variable independiente. Por lo tanto, estos estudiantes demuestran un insuficiente desarrollo de la competencia Indagación, definida en el marco teórico de la prueba.

Básico: Además de lo descrito en el nivel anterior, el estudiante que se ubica en este nivel reconoce información suministrada en tablas, gráficas y esquemas de una sola variable independiente, y la asocia con nociones de los conceptos básicos de las ciencias naturales (tiempo, posición, velocidad, imantación y filtración).

Alto: Además de lo descrito en los niveles anteriores, el estudiante que se ubica en este nivel interrelaciona conceptos, leyes y teorías científicas con información presentada en diversos contextos, en los que intervienen dos o más variables, para hacer inferencias sobre una situación problema o un fenómeno natural.

Superior: Además de lo descrito en los niveles anteriores, el estudiante que se ubica en este nivel usa conceptos, teorías o leyes en la solución de situaciones problema que involucran procedimientos, habilidades, conocimientos y un lenguaje propio de las ciencias naturales.

3.6 Hipótesis y variables

En esta investigación, la variable dependiente es el puntaje obtenido de cada uno de los estudiantes en las pruebas inicial y final. Asimismo, la variable independiente, es la integración de la estrategia pedagógica basada en el uso de tecnologías digitales.

Los datos se analizaron mediante el Test de Wilcoxon, debido a que inicialmente se prueba la normalidad de los datos, a través de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk. En este sentido los resultados del diagnóstico siguen una distribución normal, mientras que los puntajes de la prueba final no siguen la misma distribución, ya que presentan una mejora notoria con sesgo a la izquierda. En este caso no se cumplen los supuestos de normalidad, por lo que se decidió utilizar el Test de Wilcoxon (Martínez, Ramírez & Vásquez, 2009).

En este caso, se planteó como hipótesis nula: *“Los puntajes obtenidos por los estudiantes antes de aplicar la estrategia TIC, son iguales a los obtenidos después de la intervención”*; y como hipótesis alterna: *“Los puntajes obtenidos por los estudiantes antes de aplicar la estrategia TIC, no son iguales a los obtenidos después de la intervención”*.

En cuanto al procesamiento de datos, se efectuó mediante dos herramientas estadísticas, Excel y R Studio (Ruiz-Macías, Duarte & Fernández-Morales, 2018). Después de aplicar cada prueba, se recolectan y tabulan los puntajes en Excel. Seguidamente, los resultados se exportan de Excel al software estadístico R Studio, en donde se realizan las gráficas, el resumen estadístico y el análisis de datos.

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación, se acoge a los lineamientos éticos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC. En este sentido, se cuenta con el permiso de la Hermana Rectora del Colegio Liceo la Presentación, de la ciudad de Sogamoso (ver Anexo B). Igualmente, se cuenta con el consentimiento informado de los padres de familia, por ser los estudiantes menores de edad (ver anexo C).

Capítulo IV. Estrategia pedagógica para potenciar habilidades en la solución de problemas de física en estudiantes de grado undécimo

4.1 Diseño de estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales

El diseño de la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales, parte de un diagnóstico aplicado a los estudiantes de grado undécimo, de la Institución Educativa Liceo La Presentación, de Sogamoso. Se tomaron como base: los lineamientos curriculares, los estándares básicos de competencias y los derechos básicos de aprendizaje, con el fin de evaluar las competencias de los estudiantes en el área de física. Las competencias evaluadas fueron: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico.

4.1.1 Resultados del diagnóstico

La prueba descrita en la sección 3.5, consta de 16 preguntas, de respuesta múltiple, con 4 posibles resultados. El tiempo empleado por los estudiantes para resolver la prueba individual, fue de 80 minutos. Los puntajes obtenidos fueron insumo fundamental para el diseño de la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales.

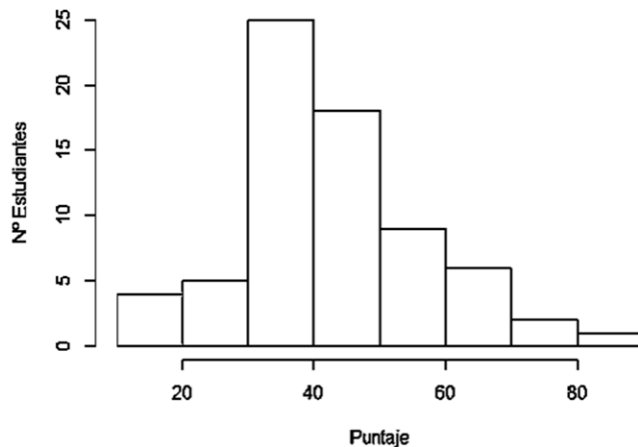


Figura 2. Resultados prueba inicial grado undécimo (Fuente: Autoría).

En la figura 2, se reflejan los puntajes obtenidos por los estudiantes frente a la prueba inicial. El menor puntaje fue de 12,1, mientras que el mayor puntaje fue de 81,2, con un promedio general de 43,02.

La figura 2 muestra que más del 50% de los estudiantes tienen rendimiento básico, con puntajes inferiores a 49. Esto significa que las competencias de resolución de problemas están poco desarrolladas en los estudiantes de la institución educativa, lo cual justifica la implementación de una estrategia pedagógica para mejorarlas.

A continuación, se presentan los puntajes obtenidos en cada competencia. Además, se realiza un resumen de los datos, con el fin de observar en que competencias presentan mayor dificultad para la solución de problemas:

En la figura 3, se muestran los puntajes obtenidos por los estudiantes en la prueba inicial, en la competencia explicación de fenómenos. El menor puntaje fue de 0,0, mientras que el mayor puntaje fue de 100, con un promedio de 43,99.

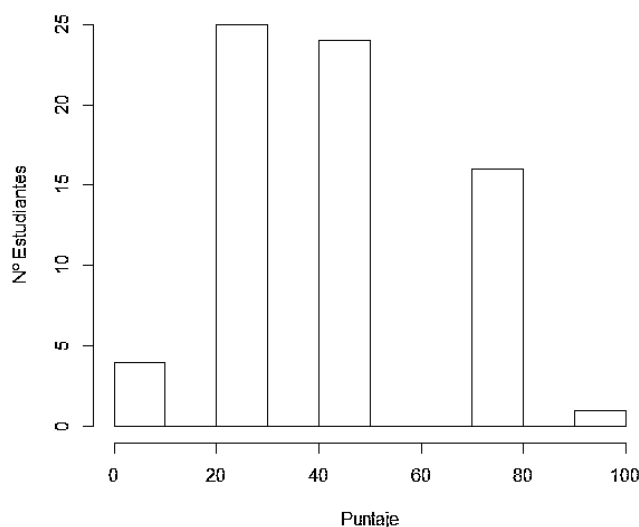


Figura 3. Resultados prueba inicial competencia: Explicación de Fenómenos (Fuente: Autoría).

La figura 3 muestra que el 75% de los estudiantes tienen rendimiento básico, con puntajes inferiores a 50. Esto significa que la competencia explicación de fenómenos, no está

desarrollada en la mayoría de estudiantes de la institución educativa. Por otro lado, la gráfica muestra sesgo a derecha, lo que indica que la mayor concentración de estudiantes se encuentra en los puntajes más bajos; además, existe un dato atípico que corresponde a un estudiante que obtuvo un puntaje de 100.

En la figura 4, se muestran los puntajes obtenidos por los estudiantes frente a la prueba inicial en la competencia Indagación. El menor puntaje fue de 0,0, mientras que el mayor puntaje fue de 100, con un promedio de 49,86.

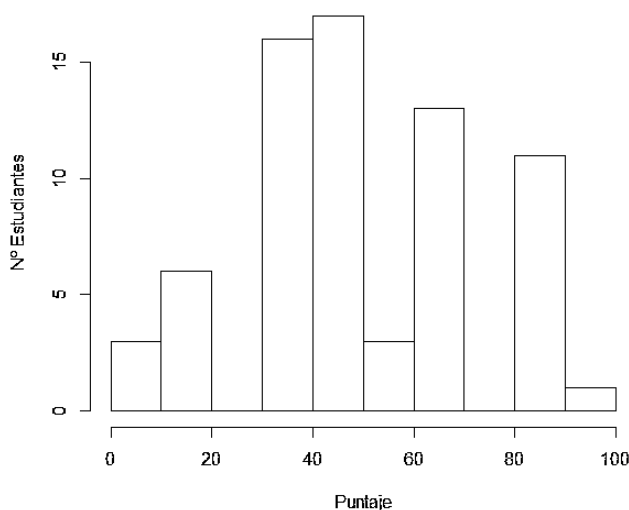


Figura 4. Resultados prueba inicial competencia: Indagación (Fuente: Autoría).

La figura 4 muestra que el 50% de los estudiantes tienen rendimiento básico, con puntajes inferiores a 50. Esto significa que la competencia indagación, está poco desarrollada en los estudiantes de grado undécimo. Por otro lado, la gráfica muestra normalidad, lo que indica que la mayor concentración de estudiantes se encuentra en los puntajes básicos.

En la figura 5, se muestran los puntajes obtenidos por los estudiantes en la prueba inicial, en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico. El menor puntaje fue de 0,0, mientras que el mayor puntaje fue de 83,42, con un promedio de 35,68.

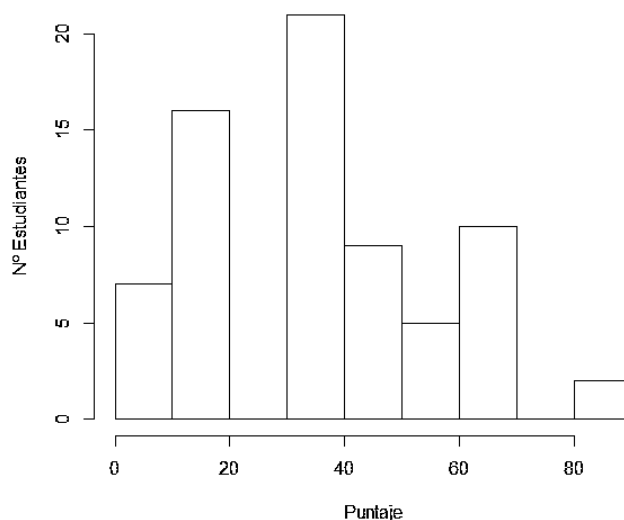


Figura 5. Resultados prueba inicial competencia: Uso Comprensivo del Conocimiento Científico (Fuente: Autoría).

La figura 5 muestra que el 75% de los estudiantes tienen rendimiento básico, con puntajes inferiores a 50. Esto significa que la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, no está desarrollada en la mayor parte de los estudiantes de grado undécimo. Además, la gráfica muestra sesgo a derecha, lo que indica que la mayor concentración de estudiantes se encuentra en los puntajes más bajos.

Los resultados anteriores obedecen a un bajo rendimiento en la solución de problemas, para el área de física. El promedio más bajo, se presenta en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, con la mayor parte de los estudiantes ubicados en el desempeño básico; lo mismo ocurre para la competencia explicación de fenómenos. Asimismo, la competencia indagación muestra normalidad en sus resultados, lo que revela que es la competencia en donde menos obstáculos presentan los estudiantes para la solución de problemas.

4.1.2 Requerimientos del diseño

En esta investigación se busca potenciar las habilidades de los estudiantes en la solución de problemas en física. Esto implica desarrollar las competencias descritas en el apartado 2.1.4, y evaluadas en la prueba diagnóstica. Asimismo, se toman como base los lineamientos

curriculares, los estándares básicos de competencias y los derechos básicos de aprendizaje. La estrategia pedagógica se basó en el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas, ABP, cuyas características se presentaron en el capítulo 2.

Los requerimientos tecnológicos para la integración de la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales, son: la sala de informática de la institución, que consta de 38 computadores y acceso a internet, video beam en las aulas de grado undécimo, plataforma Edmodo y software de simulación PHET.

Los recursos anteriores, se utilizan durante dos horas semanales en la clase de física, y en actividades extra clase. Las actividades se realizaron en el transcurso de primero, segundo y tercer bimestre del año escolar 2019, en donde se implementan tres sesiones mediante recursos multimedia y diapositivas interactivas. Asimismo, en estos espacios se integra el ambiente virtual de aprendizaje, mediante el software de simulación PHET; todo esto se aplica en cinco sesiones de dos horas cada una, que se distribuyen en el transcurso de los tres bimestres. Adicionalmente, se realizó trabajo en casa de retroalimentación de las guías.

4.1.3 Estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales

En la figura 7, se presenta la estrategia pedagógica propuesta, basada en el ABP con la mediación de TIC. Los recursos digitales empleados fueron: Presentaciones interactivas, videos, plataforma Edmodo, software de simulación de ondas mecánicas y electromagnéticas.

La figura 6, representa las características generales del modelo pedagógico integrado con tecnologías digitales, e ilustra la relación entre: estudiante y docente. Inicialmente el estudiante debe realizar una búsqueda individual de conceptos teóricos, en donde el docente identifica las necesidades de aprendizaje. Después de aplicar un problema se genera una discusión grupal, y mediante la integración de TIC, y conocimientos previos se resuelve la situación, que lleva a una

conclusión y a la elección de la mejor respuesta. Por último, se desarrollan las competencias necesarias para resolver el problema, si el docente identifica nuevas necesidades de aprendizaje se repite el ciclo hasta lograr el objetivo de aprendizaje.

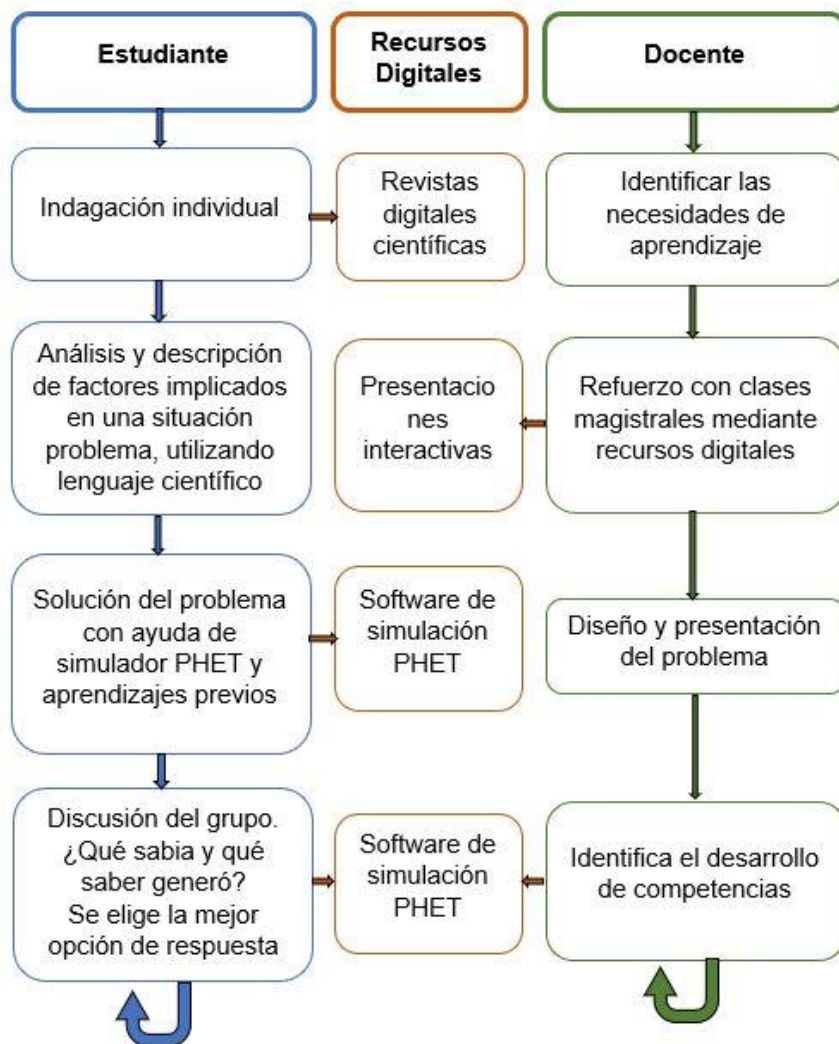


Figura 6. Relación entre conocimiento, estudiantes y docente (Fuente: Autoría).

4.2 Propuesta para la estrategia de aula

En la figura 7, se ilustra la metodología usada en el aula, para potenciar las competencias de solución de problemas de física.

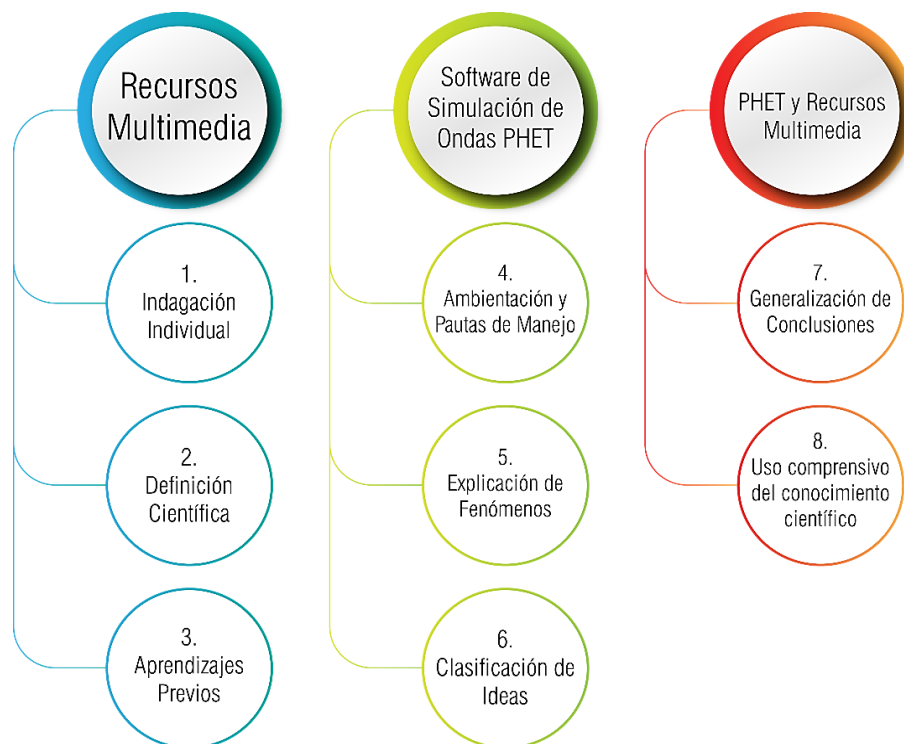


Figura 7. Metodología propuesta para la intervención en el aula (Fuente: Autoría).

Figura 7. En primera instancia se integran en clase recursos multimedia, con el fin de desarrollar habilidades y consolidar los conocimientos previos. Etapa 1, indagación individual: el estudiante realiza una búsqueda individual de los conceptos teóricos fundamentales; esto con el fin de socializar y a partir de una pregunta problema, cada estudiante aporta su saber para construir la mejor solución. Etapa 2, definición científica: el docente explica los conceptos teóricos de forma magistral, donde se utilizan recursos multimedia y se proyecta una presentación interactiva, con fenómenos ondulatorios en movimiento. Etapa 3, aprendizajes previos: el maestro realiza con los alumnos un repaso de conceptos y procesos algebraicos, con el fin de retroalimentar las técnicas matemáticas que en conjunto se trabajan con las áreas de trigonometría y cálculo.

En este sentido se integra el Software de simulación PHET. Etapa 4, ambientación y pautas de manejo: las clases pasan del aula cotidiana a la sala de informática y mediante la

plataforma Edmodo, los alumnos descargan e instalan el software PHET, junto con una guía que detalla el manejo del simulador. Los estudiantes exploran y revisan cada función de la herramienta. Etapa 5, explicación de fenómenos: en conjunto de sus conocimientos previos, se lleva al estudiante a un entorno virtual de aprendizaje que convierte los fenómenos físicos invisibles en visibles. En este escenario, el estudiante comprende argumentos y modelos que dan razón a un fenómeno, y establece la solución y validez de un problema científico. Etapa 6, clasificación de ideas: se realiza una socialización y clasificación de ideas, en donde se identifican las respuestas correctas. Si algún estudiante presenta errores en el cuestionario, se le brinda la posibilidad de corregir, siempre y cuando no elimine los ítems incorrectos. Mediante este proceso de retroalimentación, el docente identifica las necesidades de aprendizaje más frecuentes de los estudiantes.

Etapa 7, generalización de conclusiones: al finalizar el laboratorio virtual, el docente realiza una serie de preguntas en forma general, para detectar el impacto de este tipo de tecnologías en la formación de los estudiantes. Etapa 8, uso comprensivo del conocimiento científico: los estudiantes adquirieron la capacidad de comprender nociones, conceptos y teorías de la física para la solución de problemas. Esto implica la capacidad de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, para comprender los fenómenos físicos que los rigen.

En síntesis, la estrategia que se desarrolla en ocho etapas (ver figura 7), se articula y marca el camino para que el estudiante adquiera las competencias de solución de problemas. En primer lugar, se trabajan los conceptos científicos, de modo que sirvan como base para la construcción del conocimiento. Enseguida se integra el simulador PHET, donde el estudiante da solución a una guía en donde debe aplicar los conocimientos previos, en conjunto con la

herramienta digital. Finalmente, si el estudiante supera satisfactoriamente las etapas propuestas, se puede decir que logró el objetivo de aprendizaje.

A continuación, se describe la función de los recursos digitales utilizados en la estrategia pedagógica:

Mediante las presentaciones interactivas, el docente muestra diferentes fenómenos físicos, que le permiten a los estudiantes visualizar interacciones en movimiento, por ejemplo la propagación de ondas en diferentes medios. Asimismo, los videos se utilizan como herramienta de retroalimentación, donde los alumnos pueden repasar los conceptos teóricos en sus hogares, teniendo en cuenta que los conceptos son la base del desarrollo de la estrategia. La plataforma Edmodo se utiliza como una interfaz de comunicación entre docente y estudiante. En ella, por medio de un perfil institucional, el docente carga las diferentes actividades, videos y software de simulación. A manera de ejemplo, en la figura 8, se presenta una captura de pantalla donde se evidencia la actividad en simuladores, referente a la naturaleza del sonido.

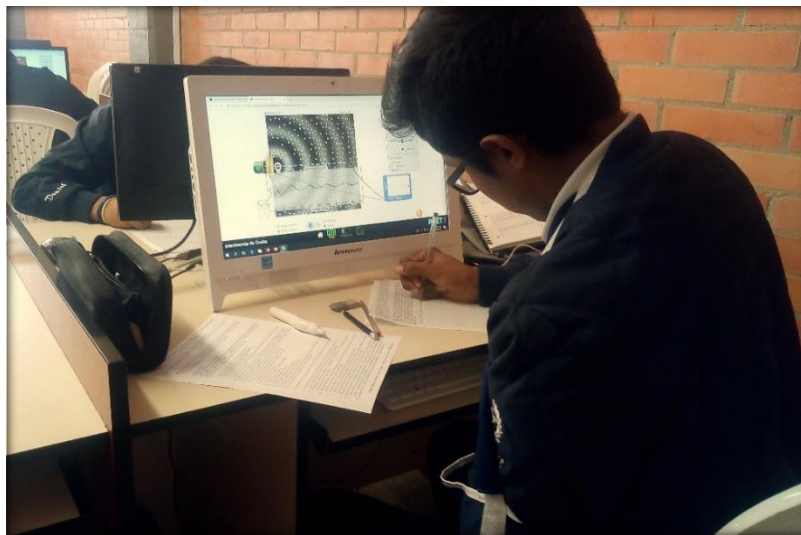


Figura 8. Experiencia en el aula virtual, propagación del sonido (Fuente: Autoría).

En la figura 8, se muestra una de las sesiones desarrolladas en el aula virtual, mediante software de simulación PHET. En este escenario el estudiante desarrolla una serie de preguntas

problema en donde debe usar las habilidades para comprender los fenómenos físicos, con los que se propaga el sonido. Un ejemplo, es la compresión y expansión de las partículas en un medio ambiente corriente, y la definición de sonidos graves y agudos, mediante la integración de un osciloscopio que mide la presión en función del tiempo.

Capítulo V. Implementación de la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales en el Colegio Liceo la Presentación

5.1 Experiencia de aula en grado once

En este apartado, se presentan los resultados de aplicar la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales, con los estudiantes de grado once del colegio Liceo La Presentación. La experiencia de aula, se adelantó siguiendo las etapas de la metodología descrita en el capítulo anterior.

5.1.1 Trabajo en el aula

En este apartado se muestran las temáticas que se trabajaron en el aula figura 9, las cuales obedecen a lo establecido en los derechos básicos de aprendizaje del MEN, para grado undécimo (física II). Asimismo, se ilustra en cada etapa uno de los temas trabajados, junto con la integración de tecnologías digitales.

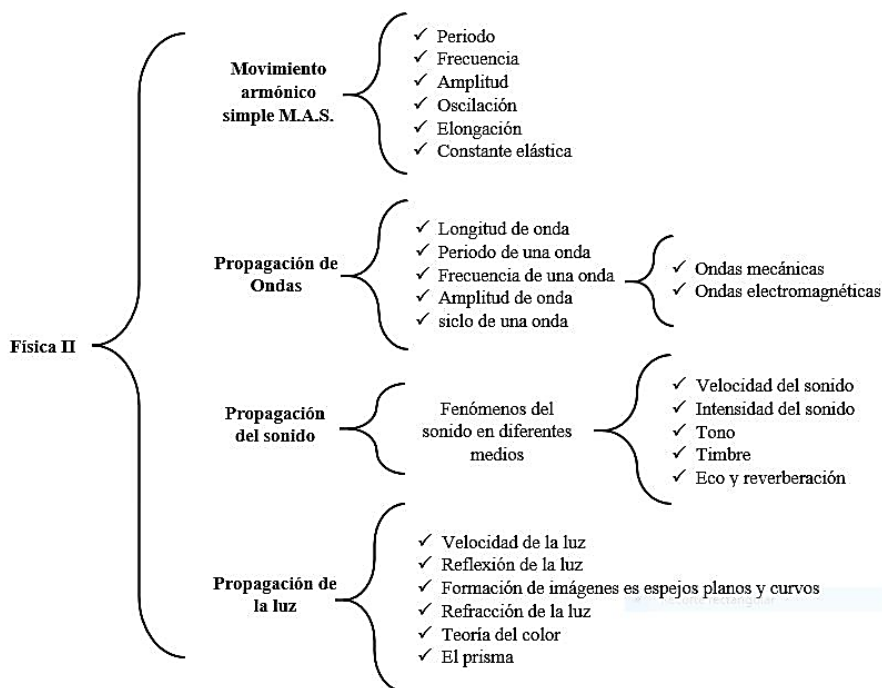


Figura 9. Temas trabajados en el aula (Fuente: Autoría).

Etapa 1. Indagación individual: el estudiante realiza una búsqueda individual de los conceptos teóricos fundamentales; esto con el fin de socializar y a partir de una pregunta problema, cada estudiante aporta su saber para construir la mejor solución. Se otorga una nota valorativa a todos los estudiantes por su trabajo y participación.

Uno de los temas trabajados, fue el movimiento armónico simple, M.A.S. y sus derivados; periodo, frecuencia, amplitud, oscilación, elongación y constante elástica. Se les pide a los estudiantes, realizar la búsqueda en fuentes confiables, esto con el fin de evitar información errónea. En el aula de clase el docente realiza una pregunta problema: ¿Cómo se pueden explicar los movimientos oscilatorios que se presentan el amortiguador de un automóvil? En este sentido, los estudiantes debaten una posible respuesta correcta y utilizan los conceptos que investigaron.

En este caso, los estudiantes identifican mediante la gráfica de un resorte (amortiguador) los puntos de oscilación, B y B', el punto neutro, 0, y la amplitud del movimiento, A. Asimismo se identifica que la oscilación o ciclo, es referente al movimiento que realiza el amortiguador, cuando parte de un punto y después de ocupar todas las posibles posiciones de la trayectoria, regresa al mismo punto.

Por otro lado, los estudiantes realizaron una búsqueda en donde concluyeron que la frecuencia es el número de oscilaciones que un cuerpo realiza en un segundo; y el periodo es el tiempo que tarda un cuerpo en realizar una oscilación, asimismo encontraron las ecuaciones para determinar los valores. Aun así, se evidencia dificultad al entender la definición de periodo y frecuencia, en el movimiento oscilatorio aplicado a un ejercicio de la vida real.

Un ejemplo trabajado fue el siguiente: La rueda de una bicicleta realiza 180 giros en 5 min, determine el período y la frecuencia del movimiento. Al solucionar el problema, una cantidad significativa de estudiantes cometían el siguiente error, figura 10: Al remplazar en la

ecuación de periodo, $T = 1 / f$, en el denominador de la ecuación debe ir el tiempo en segundos, puesto que el periodo se mide en segundos, y en denominador el número oscilaciones; como se evidencia en la figura 10, se realiza el proceso al contrario, lo que lleva al estudiante a que cometa el mismo error al remplazar en la ecuación de la frecuencia.

Ejemplo: La rueda de una bicicleta realiza 180 giros en 5 min, determine el periodo y la frecuencia del movimiento.

Datos: 180 giros → 5 min
180 giros → 300 s

Conversiones: 5 min · $\frac{60s}{1min}$ = 300 s
Conversion a seg ok

Periodo: $T = \frac{1}{f}$ (Error)
 $T = \frac{180}{300}$ (Error) → $\frac{300s}{180}$ → $T = 0,6 s$ (Forma correcta)

Frecuencia: $f = \frac{1}{T}$ (Error)
 $f = \frac{300s}{180}$ (Error) → $\frac{180}{300s}$ → $f = 1,66 Hz$ (Forma correcta)

RTA: la rueda realiza un giro en 0,6 s.
RTA: la rueda realiza 1,66 oscilaciones en 1 segundo.

Figura 10. Error de estudiantes al determinar periodo y frecuencia (Fuente: Autoría).

Después de esta experiencia, el docente identifica que hay dificultades al entender y aplicar matemáticamente la definición de periodo y frecuencia. Por ello, utiliza recursos multimedia y simulador PHET, que se explican en la siguiente etapa de la estrategia.

Etapas 2. Definición científica: el docente explica los conceptos teóricos de forma magistral, donde se utilizan recursos multimedia y se proyecta una presentación interactiva, con fenómenos oscilatorios y ondulatorios en movimiento. Los estudiantes mostraron interés y participaron de forma activa a los interrogantes que se formularon, mientras que el maestro evalúa constantemente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Antes de explicar los fenómenos ondulatorios, los estudiantes deben manejar y aplicar adecuadamente, los conceptos de periodo y frecuencia en un movimiento oscilatorio, ya que son la base de un movimiento ondulatorio. El docente utiliza el simulador PHET, con el fin de explicar los fenómenos del M.A.S. y parte de ejemplos reales, que resuelve en conjunto con los estudiantes y el simulador.

En la figura 11, se muestra el simulador PHET, que tiene diferentes herramientas para desarrollar las habilidades y comprender el movimiento oscilatorio. Por ejemplo, se manipula la masa y la constante elástica, que genera las oscilaciones en un resorte; también se activan los vectores de velocidad, aceleración y fuerzas del movimiento oscilatorio; por otro lado, se puede manipular, si se quiere utilizar la gravedad de la tierra, u otros cuerpos celestes. Todas estas interacciones permiten que el estudiante visualice en forma real los movimientos de un cuerpo, que registra el M.A.S. En este sentido se aplican las ecuaciones y se evidencia una mejora significativa al remplazar valores y al dar conclusiones, puesto que se implementa el proceso matemático articulado con el simulador, y se comprueba la veracidad del resultado.

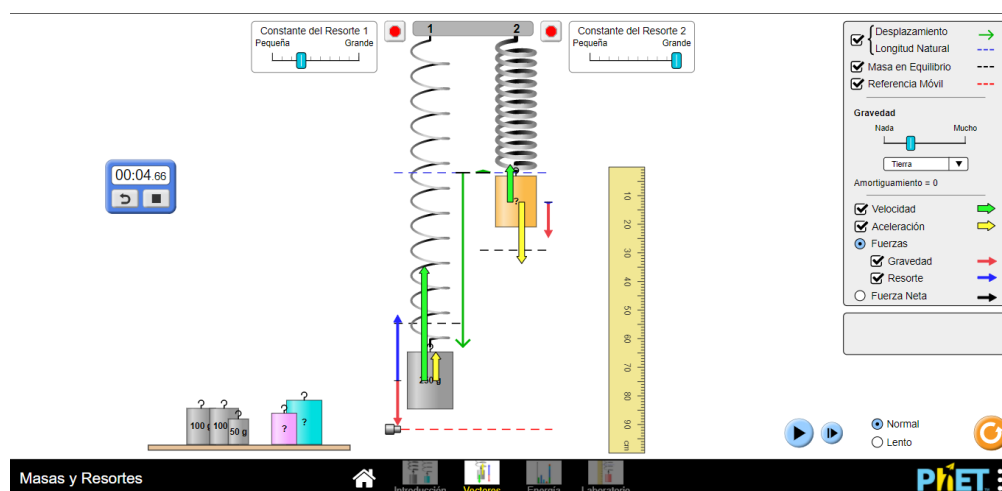


Figura 11. Movimiento Armónico Simple (Fuente: Autoría).

Etapa 3. Aprendizajes previos: el maestro realiza con los alumnos un repaso de conceptos y procesos algebraicos, con el fin de retroalimentar las técnicas matemáticas que en conjunto se

trabajan con las áreas de trigonometría y cálculo. En este escenario se aplicó un taller grupal, el cual buscaba fortalecer en los estudiantes las habilidades matemáticas, situación que revela buenos resultados.

En esta etapa se aplicaron problemas en contextos reales, donde el estudiante desarrolla habilidades algebraicas para responder a la solución de diferentes situaciones. Un de los temas que se trabajó, fue el nivel de intensidad del sonido, que tiene como unidad de medida una escala decibélica y se identifica mediante el Decibelio (dB). Uno de los ejemplos que se trabajó en talleres grupales y posteriormente socializado en general, fue el siguiente: En un campo abierto Óscar llama a Gustavo con una potencia de $10^{-8} W$ pero este no lo escucha. Si Andrés, que se encuentra a 0,5m de Óscar, logra escuchar el llamado. Determine: a. que distancia se encuentra Gustavo con respecto a Oscar, b. con que nivel de intensidad Andrés escucha a Oscar.

Para solucionar este ejercicio se les recomienda a los estudiantes realizar una gráfica que implique las posiciones de los sujetos y la dirección del sonido, asimismo se utiliza el simulador PHET, en el momento de socializar la solución del problema, esto con el fin de ver en el osciloscopio la presión de las ondas cuando el observador se acerca o se aleja de la fuente del sonido, es decir cuando aumenta o disminuye el nivel de intensidad, figura 14. Para determinar la distancia entre Oscar y Gustavo, ítem a, se aplica la ecuación de intensidad del sonido: $I = P / 4\pi * r^2$, en donde el valor de la intensidad, I, es el mínimo percibido por el oído humano: $10^{-12} W / m^2$, esto por que Gustavo no escucha a Oscar. Los estudiantes realizan esta serie de análisis de forma acertada, trabajando siempre en grupo, en este orden de ideas deben despejar el radio, r, puesto que necesita determinar la distancia entre Oscar y Gustavo; finalmente los estudiantes despejan la ecuación, $r = \sqrt{P / 4\pi * I}$, replazan los valores y obtiene el resultado correcto, que obedece a una distancia de 28,21m. En todo este proceso los estudiantes ponen a

prueba sus habilidades algebraicas con el fin de aplicarlas en la solución de problemas desde el área de física.

Para el ítem b, el docente proyecta en el tablero una diapositiva con el fin de solucionar el ejercicio con ayuda de todo el grupo de estudiantes, figura 12. Se tiene que la ecuación para encontrar el nivel de intensidad es: $\beta = 10 \text{ dB} * \text{Log} (I / I_0)$, en este sentido los estudiantes analizan que el valor de la intensidad se debe determinar primero para lograr encontrar el valor del nivel de intensidad. En esta situación como los conceptos tienen nombres similares, los estudiantes presentaron dificultades en el momento de entender el proceso a resolver, pero dichas confusiones se despejaron en el momento de la socialización grupal, y se utilizan diferentes todos de color para dar los valores de la intensidad (azul) y el nivel de intensidad (rojo), figura 12. Finalmente se determina el nivel de intensidad con el que Andrés escuchó a Oscar, y obedece a 35 dB.

b. ¿Con qué nivel de intensidad Andrés escucha a Óscar?
Para hallar el **nivel de intensidad**, se requiere hallar la **intensidad** del sonido:

$$I = \frac{P}{4\pi * r^2}$$

$$I = \frac{10^{-8} \text{ W}}{4\pi * (0,5\text{m})^2}$$

$$I = 3,18 * 10^{-9} \text{ W/m}^2$$

$$\beta = 10 \text{ dB} * \text{Log} \frac{I}{I_0}$$

$$\beta = 10 \text{ dB} * \text{Log} \frac{3,18 * 10^{-9} \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2}$$

$$\beta = 35 \text{ dB}$$

RTA: Andrés escucha a Oscar con un nivel de intensidad de 35 dB.

Figura 12. Recursos multimedia para la socialización de ejercicios (Fuente: Autoría).

Etapas 4. Ambientación y pautas de manejo: las clases pasan del aula cotidiana a la sala de informática, donde cada estudiante tiene su propio computador. Mediante la plataforma Edmodo, los alumnos descargaron e instalaron el software PHET, junto con una guía que detalla el manejo

del simulador. Los estudiantes exploran y revisan cada función de la herramienta, mientras el docente está atento a cualquier inquietud. Se evidencia bastante agrado por parte de los estudiantes, manifestando que se deberían implementar más herramientas digitales en su educación.

Los estudiantes toman la guía de trabajo y registran las instrucciones de manejo, asimismo revisa los diferentes entornos de propagación de ondas, que tiene PHET. En uno de los ítems se les pide ir a ondas electromagnéticas, en donde encuentran un láser que genera la propagación de ondas-partículas de la luz. En la opción de ranuras y generador de luz, figura 13, se evidencia la difracción de las ondas, en donde el estudiante comprende que este fenómeno consiste en la dispersión y curvado de las ondas que encuentran un obstáculo. En esta opción los estudiantes manipulan diferentes variables como lo es: la frecuencia del color, la amplitud de la onda, la gráfica, la intensidad, el ancho de la ranura u obstáculo. Todo esto en conjunto permite que los estudiantes comprendan los fenómenos físicos de la propagación de la luz, por ejemplo, a partir de la activación de una pantalla se explica cómo funciona la imagen que se genera en un televisor o computador, figura 13.

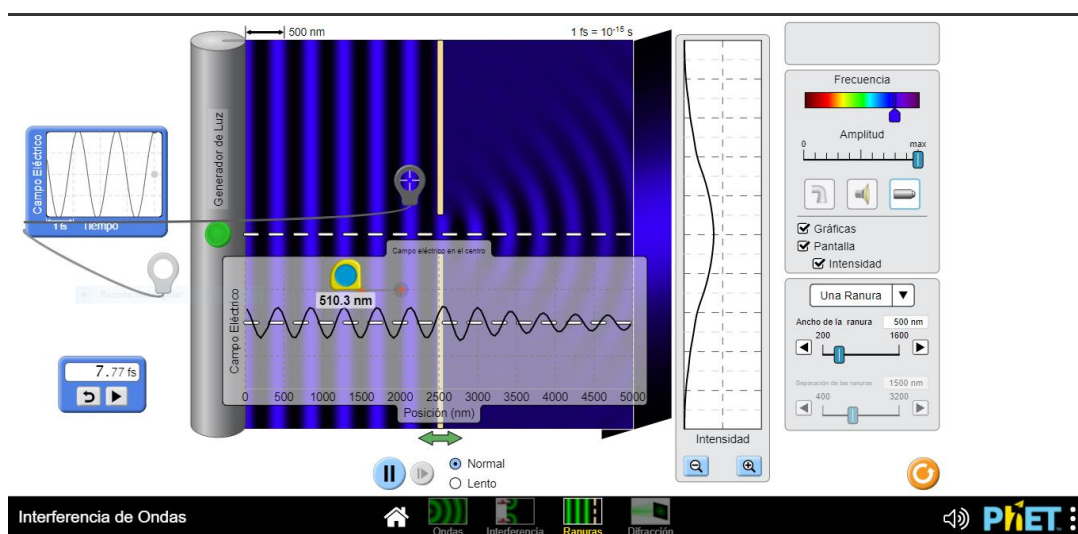


Figura 13. Difracción de la luz (Fuente: Autoría).

Etapa 5. Explicación de fenómenos: mediante la plataforma Edmodo, el maestro entregó a cada estudiante un taller para desarrollar competencias y dar solución a problemas reales. Los estudiantes emplearon el software de simulación PHET, que incluye numerosas herramientas digitales. En conjunto de sus conocimientos previos, se lleva al estudiante a un entorno virtual de aprendizaje que convierte los fenómenos físicos invisibles en visibles. En este escenario, el estudiante comprende argumentos y modelos que dan razón a un fenómeno, y establece la solución y validez de un problema científico.

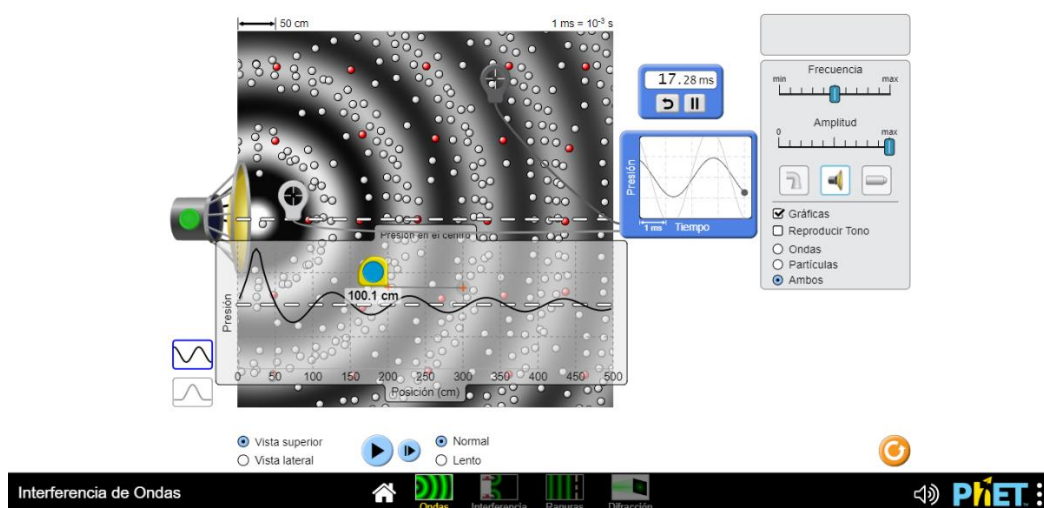


Figura 14. Propagación del sonido, ondas mecánicas (Fuente: Autoría).

Uno de los problemas, se presenta en la figura 14, el cual consistió en que los estudiantes activaran la fuente de sonido en el simulador, propagación de ondas mecánicas, y mediante un osciloscopio, medir la presión y explicar el fenómeno, cuando una sonda se aleja y se acerca a la fuente de propagación. Asimismo, se pregunta que sucede con la longitud de onda, si la frecuencia aumenta el doble de su estado original, en este sentido se les pide demostrar el fenómeno matemáticamente, utilizando las ecuaciones ($\lambda = v / f$), y las herramientas de cronometro (ms) y metro (cm). Los estudiantes concluyen que cuando las partículas se comprimen la presión es mayor y cuando se expanden la presión es menor en el osciloscopio;

asimismo cuando la sonda se acerca a la fuente de propagación la amplitud de onda aumenta. Por otro lado, comprueban mediante el simulador y matemáticamente que, si la frecuencia aumenta el doble, la longitud de onda se reduce a la mitad, por lo tanto, son inversamente proporcionales.

Otra de las preguntas se refirió a la propagación de la luz, ondas electromagnéticas figura 15. Consistió en definir el rango de luz visible para el ser humano en el espectro electromagnético, definiendo la longitud de onda. Los resultados fueron favorables, puesto que los estudiantes tenían como conocimiento previo que la velocidad de la luz es la constante universal C , y que es una dualidad onda partícula. En este orden de ideas responden con ayuda del simulador, que las longitudes de onda percibidas por el ser humano oscilan entre 380 nm y 700 nm. Por otro lado, explican que la luz blanca contiene los siete colores, y mediante el prisma realizan diferentes experiencias, formuladas por su descubridor Isaac Newton, figura 15.

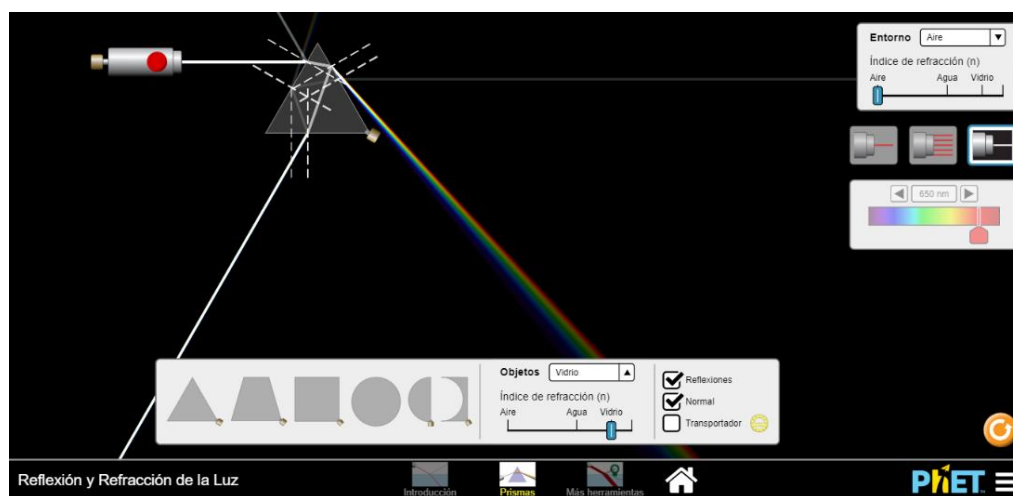


Figura 15. Propagación de la luz, ondas electromagnéticas (Fuente: Autoría).

Etapas 6. Clasificación de ideas: se realiza una socialización general de la actividad, donde docente y estudiantes participan en conjunto. Asimismo, se realizó una clasificación de ideas, en donde se identificaron las respuestas correctas, con su respectivo proceso matemático y justificación. Si algún estudiante presentaba errores en el cuestionario, se le brindaba la posibilidad de corregir, siempre y cuando no eliminara los ítems incorrectos. Mediante este

proceso de retroalimentación, el docente identifica las necesidades de aprendizaje más frecuentes de los estudiantes.

En esta etapa, se evidencia en los estudiantes diferentes obstáculos Al momento de comprender algunos conceptos de la luz. Por ejemplo, en el caso de la reflexión y refracción de la luz, se muestran confundidos cuando el simulador registra un cambio de velocidad de la luz, en el momento que pasa de un medio a otro, figura 16. Esto porque anteriormente se había definido la luz como la constante universal, entonces: ¿Por qué varía su velocidad de un medio a otro?, fue una pregunta importante que surgió en el momento. Como esta etapa es de socialización, el docente contribuye en la explicación de fenómenos científicos como este, explicándole a los estudiantes que la velocidad de la luz no varía, solamente que se encuentra con más partículas cuando pasa de un medio aire a vidrio, esto hace que los fotones colisionen más antes de llegar al otro extremo del vidrio, por lo tanto, tarda más tiempo en recorrer dicho espacio.

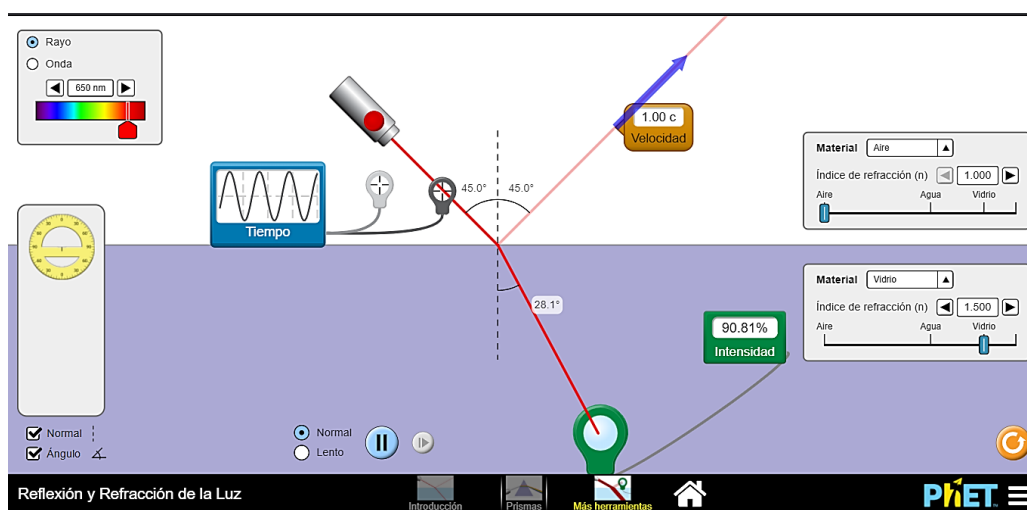


Figura 16. Reflexión y Refracción de la Luz (Fuente: Autoría).

Otro interrogante que surgió y se resolvió fue la intensidad luminosa, pues dependiendo del medio en donde colisione el rayo de luz, la reflexión de la luz será mayor o menor. Por otro

lado, se activan los valores de los ángulos en el simulador y así se comprueba la veracidad de las ecuaciones matemáticas, para la reflexión y refracción de la luz, figura 16. En esta etapa no solo se identifican diferentes errores en los estudiantes, sino que también se corrigen al instante, lo que genera en ellos seguridad en cada uno de los conceptos y procesos que aprenden.

Etapa 7. Generalización de conclusiones: al finalizar el laboratorio virtual, el docente realiza una serie de preguntas en forma general, para detectar el impacto de este tipo de tecnologías en la formación de los estudiantes. Las opiniones fueron favorables para la investigación, y los alumnos concluyen que los recursos digitales hoy en día son fundamentales para el desarrollo del conocimiento científico.



Figura 17. Clasificación de ideas y corrección de laboratorio (Fuente: Autoría).

En esta etapa la mayoría de estudiantes tienen claro los conceptos ondulatorios, y de propagación de ondas mecánicas y electromagnéticas. En la figura 17 se evidencia que los obstáculos en la solución de problemas de física han sido superados, puesto que se realiza una serie de preguntas aleatorias de los temas vistos, en donde las respuestas son en mayoría acertadas y contundentes. Los estudiantes expresan que las tecnologías digitales han sido de gran ayuda, en el momento de visualizar y comprender un panorama general de los fenómenos físicos,

como lo son el sonido y la luz. Un estudiante concluye la clase con la siguiente frase: “No temas a la oscuridad, solo es ausencia de radiación electromagnética”.

Etapa 8. Uso comprensivo del conocimiento científico: Los estudiantes adquirieron la capacidad de comprender nociones, conceptos y teorías de la física para la solución de problemas. Esto implica la capacidad de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, para comprender los fenómenos físicos que los rigen. En este sentido, los estudiantes demostraron una evidente mejora en el resultado de los exámenes, el aumento en la participación en clase y un alto interés por la asignatura.

5.1.2 Resultados prueba final

Luego de implementar la estrategia pedagógica, se aplicó una prueba final que valoró las mismas competencias de la prueba inicial: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico. Las pruebas inicial y final miden las mismas competencias, pero NO son pruebas iguales, puesto que los componentes son diferentes. Los resultados se muestran a continuación.

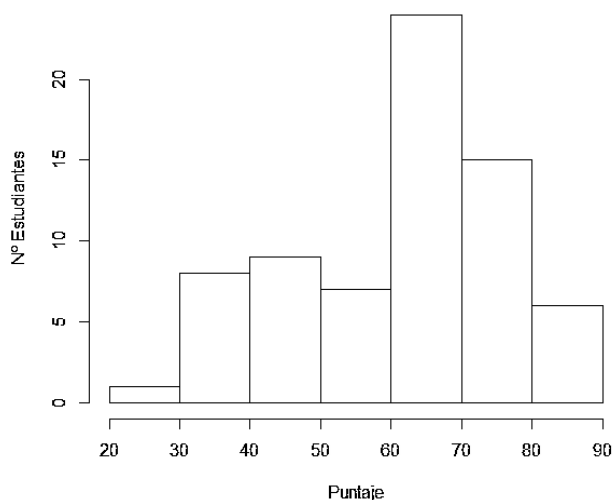


Figura 18. Resultados prueba final grado undécimo (Fuente: Autoría).

La figura 18, presenta los puntajes obtenidos por los estudiantes en la prueba final. En ella se aprecia que el puntaje promedio fue de 60,97. En cuanto al puntaje mínimo, fue de 24,74, mientras que el mayor puntaje fue de 87,39.

De igual forma, en la figura 18 también se evidencia que más del 50% de los estudiantes tienen rendimiento en un nivel de desempeño alto: es decir, puntajes superiores a 50. Estos resultados revelan una mejora significativa en la puntuación de las pruebas, antes y después de aplicar la estrategia mediante tecnologías digitales. En la figura 2, antes de la estrategia, se muestra normalidad con un leve sesgo a derecha, lo que indica que la mayor concentración de estudiantes se encuentra en los puntajes más bajos y básicos; mientras que en la figura 18, después de la estrategia, obedece a un sesgo a derecha, lo que indica que la mayor concentración de estudiantes se encuentra en los puntajes altos.

En la tabla 1, se expone el resumen de datos que obedecen a los puntajes obtenidos en las pruebas antes y después de la estrategia.

Tabla 1

Resultados pruebas estudiantes antes y después de la estrategia.

Tipo de Prueba	Resultados					
	Mínimo	Cuartil 1	Mediana	Media	Cuartil 3	Máximo
Prueba inicial	12,16	31,37	43,02	43,02	54,16	81,20
Prueba final	24,74	50,76	65,08	60,97	74,01	87,39

Datos recolectados en el campo (Fuente: Elaboración Propia).

Al realizar un comparativo antes y después de la estrategia, se observa lo siguiente: antes el 25% de los estudiantes tenían puntajes iguales o menores a 31,37, mientras que después el 25% de los estudiantes muestran puntajes iguales o menores a 50,76. En este sentido, antes el 75% de los estudiantes muestran resultados iguales o menores a 54,16, mientras que después el 75% de los estudiantes revelan puntajes iguales o menores a 74,01. Observaciones que son

favorables para la investigación, puesto que, se evidencia un aumento en los resultados después de aplicar la estrategia.

A continuación, se muestran los puntajes obtenidos en cada competencia. Además, se realiza un resumen de los datos, con el fin de observar en que competencias se presentan mejores resultados para la solución de problemas:

En la figura 19, se muestran los puntajes obtenidos por los estudiantes en la prueba final, en la competencia explicación de fenómenos. El menor puntaje fue de 0,0, mientras que el mayor puntaje fue de 100, con un promedio de 67,90.

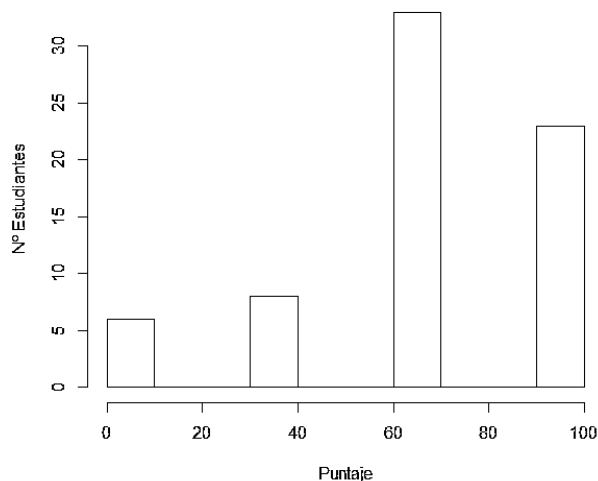


Figura 19. Resultados prueba final, competencia: Explicación de Fenómenos (Fuente: Autoría).

La figura 19 muestra que el 75% de los estudiantes tienen rendimiento alto y superior, con puntajes de 65 a 100. Esto significa que la competencia explicación de fenómenos, se desarrolló en la mayoría de estudiantes de la institución educativa. Por otro lado, la gráfica muestra sesgo a izquierda, lo que indica que la mayor concentración de estudiantes se encuentra en los puntajes más altos y superiores; además, existen seis datos atípicos que corresponden a estudiantes que obtuvieron puntajes de cero.

En la figura 20, se muestran los puntajes obtenidos por los estudiantes frente a la prueba final, en la competencia Indagación. El menor puntaje fue de 16,21, mientras que el mayor puntaje fue de 100, con un promedio de 60,40.

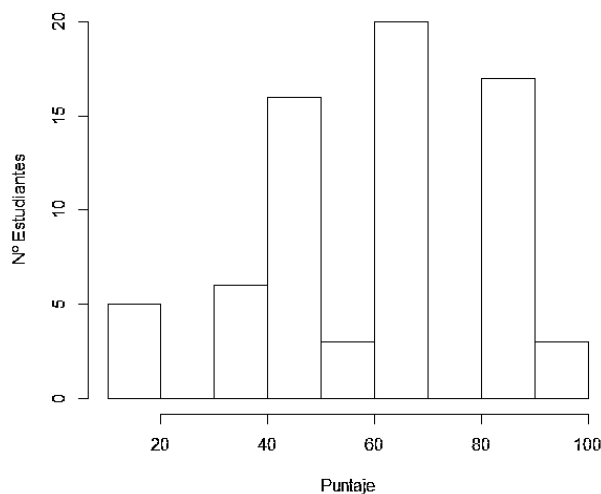


Figura 20. Resultados prueba final, competencia: Indagación (Fuente: Autoría).

La figura 20 expone que el 75% de los estudiantes tienen rendimiento alto, con puntajes iguales o menores a 82,02. Esto significa que la competencia indagación, se desarrolló en la mayoría de estudiantes de grado once. Por otro lado, la gráfica muestra un leve sesgo a izquierda, lo que indica que la mayor concentración de estudiantes se encuentra en los puntajes altos.

En la figura 21, se muestran los puntajes obtenidos por los estudiantes en la prueba final, en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico. El menor puntaje fue de 13,98, mientras que el mayor puntaje fue de 100, con un promedio de 58,51.

La figura 21 muestra que el 75% de los estudiantes tienen rendimiento alto, con puntajes iguales o menores a 70,61. esto significa que la competencia, uso comprensivo del conocimiento científico, se desarrolló en la mayoría de estudiantes de la institución. Por otro lado, la gráfica muestra un leve sesgo a izquierda, lo que indica que la mayor concentración de estudiantes se encuentra en los puntajes altos.

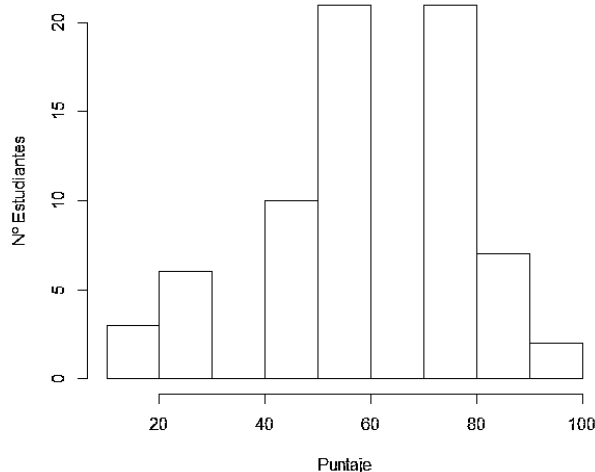


Figura 21. Resultados prueba final, competencia: Uso Comprensivo del Conocimiento Científico (Fuente: Autoría).

Los resultados de la prueba final obedecen a un alto rendimiento en la solución de problemas, para el área de física. El mejor promedio, se presenta en la competencia explicación de fenómenos, con la mayor parte de los estudiantes ubicados en el desempeño alto y superior. Asimismo, las competencias indagación y uso comprensivo del conocimiento científico, revelan que la mayor cantidad de estudiantes se encuentran en rendimiento alto. Lo anterior indica que indagación, es la competencia en donde más se desarrollaron las habilidades de los estudiantes para la solución de problemas.

5.2 Análisis estadístico de variables

A continuación, se realiza el análisis estadístico de los datos, aplicando algunas técnicas de estadística descriptiva univariada. Se utilizó el Test de Wilcoxon y se usó el programa “RStudio” para el procesamiento de la información. En este sentido, se presenta la población y una comparación de los resultados obtenidos en las pruebas inicial y final, aplicadas a los estudiantes del grado once antes y después de integrar la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales. Asimismo, se observa el rendimiento en cada una de las competencias evaluadas: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico.

El trabajo se efectuó en la Institución Educativa Liceo la Presentación, de carácter privado, en la ciudad de Sogamoso, Colombia. El proyecto se adelantó en el área de física, en el año escolar 2019. La unidad de análisis corresponde a 70 estudiantes, hombres y mujeres en similar proporción, con edades entre 15 a 17 años, de último año de secundaria.

5.2.1 Desempeño prueba inicial y final

Los niveles de desempeño tienen el objetivo de complementar el puntaje numérico, que se otorga a los estudiantes en la prueba escrita. Cada nivel de desempeño incluye una descripción cualitativa de las habilidades y conocimientos, que se estima el estudiante desarrolló en cada nivel, como se describieron en el apartado 3.5. De igual manera, permiten agrupar a los estudiantes en 4 niveles, así: Superior (75 – 100); Alto (50 – 75); Básico (25 – 50); Bajo [0 – 25].

En la tabla 2, se muestra el número de estudiantes que se encuentran en desempeño superior, alto, básico y bajo; antes y después de aplicar la estrategia.

Tabla 2

Desempeño de los estudiantes antes y después de la estrategia.

Tipo de Prueba	Desempeño			
	Bajo	Básico	Alto	Superior
Prueba inicial	7	45	17	1
Prueba final	1	17	45	7

Datos recolectados en el campo (Fuente: Elaboración Propia).

En la tabla 2, se evidencia una mejora en los resultados de la prueba final con respecto a la prueba inicial. En la prueba inicial, se observa que el mayor número de estudiantes se encontraban en desempeño básico, 45 estudiantes, mientras que en la prueba final la mayor frecuencia se encuentra en el desempeño alto, 45 estudiantes. Asimismo, en la prueba inicial solamente hubo 1 estudiante en nivel superior, mientras que en la prueba final hay 7 estudiantes en este nivel de desempeño, y 1 solo estudiante en nivel bajo. Estos datos muestran un evidente

progreso en el rendimiento de los estudiantes, después de aplicar la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales.

En la tabla 3, se muestra el número de estudiantes que se encuentran en desempeño superior, alto, básico y bajo; antes y después de aplicar la estrategia, en la competencia explicación de fenómenos.

Tabla 3

Desempeño antes y después, competencia: Explicación de Fenómenos.

Tipo de Prueba	Desempeño			
	Bajo	Básico	Alto	Superior
Prueba inicial	26	27	15	2
Prueba final	6	8	33	23

Datos recolectados en el campo (Fuente: Elaboración Propia).

En la tabla 3, se evidencia una mejora significativa en los resultados de la prueba final con respecto a la prueba inicial, en la competencia explicación de fenómenos. En la prueba inicial, se observa que el mayor número de estudiantes se encontraban en desempeño bajo y básico, 26 y 27 estudiantes respectivamente, mientras que en la prueba final la mayor frecuencia se encuentra en el desempeño alto, 33 estudiantes. Asimismo, en la prueba inicial solamente hubo 2 estudiantes en nivel superior, mientras que en la prueba final hay 23 estudiantes en este nivel de desempeño. Estos datos obedecen a una mejora significativa en la competencia explicación de fenómenos, después de aplicar la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales.

En la tabla 4, se muestra el número de estudiantes que se encuentran en desempeño superior, alto, básico y bajo; antes y después de aplicar la estrategia, en la competencia indagación.

Tabla 4
Desempeño antes y después, competencia: Indagación.

Tipo de Prueba	Desempeño			
	Bajo	Básico	Alto	Superior
Prueba inicial	9	33	16	12
Prueba final	5	22	23	20

Datos recolectados en el campo (Fuente: Elaboración Propia).

En la tabla 4, se evidencia una mejora en los resultados de la prueba final con respecto a la prueba inicial, en la competencia indagación. En la prueba inicial, se observa que el mayor número de estudiantes se encontraban en desempeño básico, 33 estudiantes, mientras que en la prueba final se observa que la mayor cantidad se encuentra en el desempeño alto, 23 estudiantes. Asimismo, en la prueba inicial hubo 12 estudiantes en nivel superior, mientras que en la prueba final hay 20 estudiantes en este nivel de desempeño.

En la tabla 5, se muestra el número de estudiantes que se encuentran en desempeño superior, alto, básico y bajo; antes y después de aplicar la estrategia, en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

Tabla 5
Desempeño antes y después, competencia: Uso Comprensivo del Conocimiento Científico.

Tipo de Prueba	Desempeño			
	Bajo	Básico	Alto	Superior
Prueba inicial	23	30	15	2
Prueba final	3	16	42	9

Datos recolectados en el campo (Fuente: Elaboración Propia).

En la tabla 5, se evidencia un evidente progreso en los resultados de la prueba final con respecto a la prueba inicial, en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico. En la prueba inicial, se observa que el mayor número de estudiantes se encontraban en desempeño básico, 30 estudiantes, mientras que en la prueba final la mayor frecuencia se encuentra en el

desempeño alto, 42 estudiantes. Asimismo, en la prueba inicial solamente hubo 2 estudiantes en nivel superior, mientras que en la prueba final hay 9 estudiantes en este nivel de desempeño.

Los resultados anteriores obedecen a una mejora en los desempeños respecto a todas las competencias. La competencia explicación de fenómenos, es la que muestra mayor frecuencia de estudiantes, en los desempeños superior y alto. En este sentido, las competencias indagación y uso comprensivo del conocimiento científico, también presentan mejoras después de aplicar la estrategia pedagógica.

5.2.2 Análisis estadístico mediante el Test de Wilcoxon

Para completar el análisis estadístico de los datos, se aplica el Test de Wilcoxon en conjunto con la herramienta estadística RStudio; asimismo, se aplica el Test en cada competencia evaluada. En este orden de ideas, se inicia determinando la normalidad de los datos, a través de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk. Los resultados del diagnóstico siguen una distribución normal, mientras que los puntajes de la prueba final no siguen la misma distribución, ya que presentan una mejora notoria con sesgo a la izquierda. En este caso no se cumplen los supuestos de normalidad, por lo que se decidió utilizar el Test de Wilcoxon.

Los resultados del test de Wilcoxon, arrojaron un valor $V=205,25$ con un p -valor = $0,000000001313$. Como en este caso el P -valor es menor al error $\alpha=0,05$, se rechazó la hipótesis nula. Por tanto, con una confianza del 95%, se evidencia estadísticamente que los puntajes obtenidos por los estudiantes antes de aplicar la estrategia, no son iguales a los obtenidos después de la intervención.

En la figura 22, se expone el diagrama de caja, con las variables prueba inicial y final, donde se representan las distribuciones de los puntajes obtenidos por los estudiantes: mediana, primer cuartil, tercer cuartil, valor máximo y valor mínimo. El diagrama asocia las cinco

medidas, y presenta información sobre: la tendencia central, dispersión y simetría de los datos de estudio (Corso-Sicilia & Pinilla-Rivera, 2017).

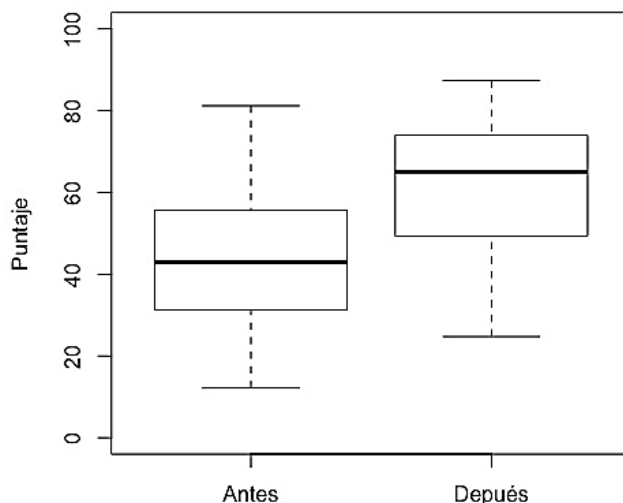


Figura 22. Diagrama de caja, variable puntaje inicial y final (Fuente: Autoría).

La figura 22 indica que los datos tienen baja dispersión. En la prueba inicial, el 50% (mediana), de los estudiantes obtuvieron resultados iguales o mayores a 43,02; mientras que, en la prueba final, el 50% de los estudiantes obtuvo un resultado igual o mayor que 65,08. Además, en la prueba inicial los datos son simétricos, ya que se evidencia normalidad. Sin embargo, el panorama de la prueba final es diferente, pues muestra asimetría a la derecha debido a la mayor concentración de datos en la parte superior, lo que confirma que el desempeño mejoró notoriamente.

En seguida, se expone el análisis estadístico en cada competencia. Además, se realiza una descripción del test de Wilcoxon, y mediante diagrama de caja, se realizan las observaciones sobre antes y después de aplicar la estrategia:

Los puntajes antes y después de la competencia explicación de fenómenos, no siguen una distribución normal, por esta razón se aplica el test de Wilcoxon para muestras no paramétricas. Los resultados del test de Wilcoxon, arrojaron un valor $V = 352,5$ con un p -valor = 0,0000005367. Como en este caso el P -valor es menor al error $\alpha = 0,05$, se rechazó la hipótesis

nula. Por tanto, con una confianza del 95%, se evidencia estadísticamente que los puntajes obtenidos por los estudiantes antes de aplicar la estrategia, no son iguales a los obtenidos después de la intervención en la competencia explicación de fenómenos.

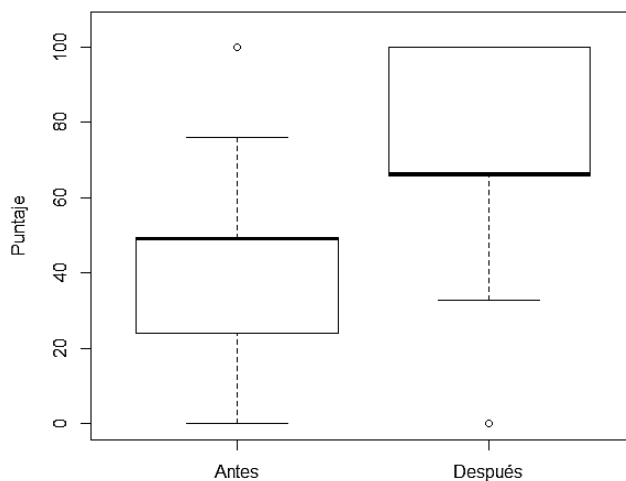


Figura 23. Diagrama de caja, variable puntaje inicial y final. Competencia: Explicación de fenómenos (Fuente: Autoría).

La figura 23 indica que los datos tienen baja dispersión. En la prueba inicial, el 50% (mediana), de los estudiantes obtuvieron resultados iguales o mayores a 49,15; mientras que, en la prueba final, el 50% de los estudiantes obtuvo un resultado igual o mayor que 66,36. El panorama de la prueba final es diferente a la inicial, pues muestra asimetría a la derecha debido a la mayor concentración de datos en la parte superior, lo que confirma que el desempeño mejoró notoriamente en la competencia explicación de fenómenos. Por otra parte, existen datos atípicos, que corresponden a estudiantes que obtuvieron puntajes de 100 en la prueba inicial y cero en la prueba final.

Al realizar la validación de los supuestos en la competencia indagación, se encuentra que los puntajes, antes de la intervención TIC, siguen una distribución normal; sin embargo, los puntajes después de la intervención TIC, NO presentan distribución normal. Por tal razón se aplica el Test de Wilcoxon. Los resultados del test de Wilcoxon arrojaron un valor $V=851,5$ con un p -valor = 0.02229. Como en este caso el P -valor es menor al error $\alpha=0,05$, se rechazó la

hipótesis nula. Por tanto, con una confianza del 95%, se evidencia estadísticamente que los puntajes obtenidos por los estudiantes antes de aplicar la estrategia TIC, no son iguales a los obtenidos después de la intervención en la competencia indagación.

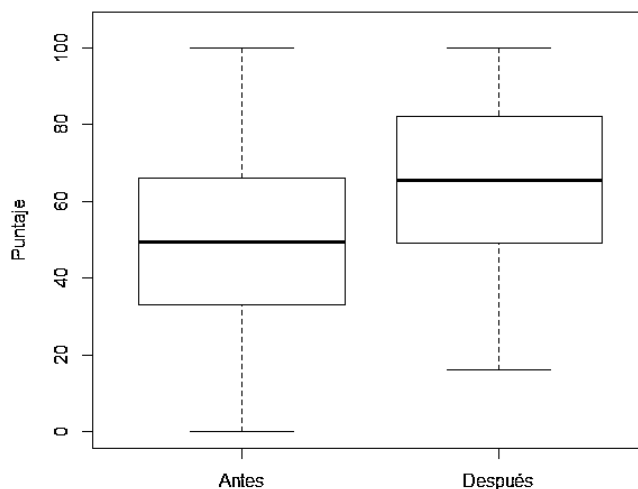


Figura 24. Diagrama de caja, variable puntaje inicial y final. Competencia: Indagación (Fuente: Autoría).

La figura 24 indica que los datos tienen baja dispersión. En la prueba inicial, el 50% (mediana), de los estudiantes obtuvieron resultados iguales o mayores a 49,31; mientras que en la prueba final, el 50% de los estudiantes obtuvo un resultado igual o mayor que 65,39. Además, en la prueba inicial los datos son simétricos, ya que se evidencia normalidad. Sin embargo, el panorama de la prueba final es diferente, pues muestra asimetría a la derecha debido a la mayor concentración de datos en la parte superior, lo que confirma que la competencia indagación mejoró.

Los puntajes antes y después de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, no siguen una distribución normal, por esta razón se aplica el test de Wilcoxon para muestras no paramétricas. Los resultados del test de Wilcoxon, arrojaron un valor $V = 263$ con un $p\text{-valor} = 0,00000001008$. Como en este caso el $P\text{-valor}$ es menor al error $\alpha = 0,05$, se rechazó la hipótesis nula. Por tanto, con una confianza del 95%, se evidencia estadísticamente que los puntajes obtenidos por los estudiantes antes de aplicar la estrategia TIC, no son iguales a los

obtenidos después de la intervención en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

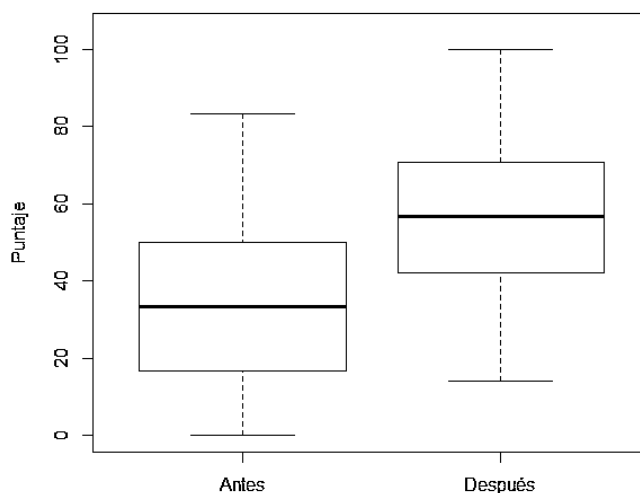


Figura 25. Diagrama de caja, variable puntaje inicial y final. Competencia: Uso comprensivo del conocimiento científico (Fuente: Autoría).

La figura 25 indica que los datos tienen baja dispersión. En la prueba inicial, el 50% (mediana), de los estudiantes obtuvieron resultados iguales o mayores a 33,27; mientras que en la prueba final, el 50% de los estudiantes obtuvo un resultado igual o mayor que 56,70. El panorama de la prueba final es diferente a la inicial, pues muestra asimetría a la derecha debido a la mayor concentración de datos en la parte superior, lo que confirma que el desempeño mejoró en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico. En síntesis, se puede afirmar que la integración de la estrategia pedagógica mediada por tecnologías digitales, obtuvo resultados favorables en todas las competencias.

5.2.3 *Discusión*

La física es una disciplina teórico-práctica, indispensable para alcanzar la comprensión de los fenómenos de la naturaleza. Sin embargo, ante la ausencia de los laboratorios e instrumentos necesarios para la experimentación, las TIC han posibilitado el desarrollo de software y

simuladores, adecuados para la enseñanza-aprendizaje de la física y de otras ciencias naturales (López-Gaitán, Morán-Borbor & Niño-Vega, 2018; Cabero-Almenara & Costas, 2016).

La implementación de la estrategia pedagógica basada en simuladores, propuesta en esta investigación, permitió que los estudiantes de grado undécimo desarrollaran las competencias relacionadas con la solución de problemas en el área de física. Los resultados de la prueba final, indican una mejora significativa en los niveles de desempeño obtenidos por los estudiantes, con respecto a los resultados de la prueba inicial. Esto se logró gracias a las diferentes etapas de la estrategia pedagógica, donde se integró el simulador digital PHET.

Los resultados permiten validar que la implementación de las TIC como estrategia didáctica favorece a los estudiantes, ya que se les proporciona contenido didáctico llamativo y apropiado para su aprendizaje. Hallazgos similares han sido reportados en temáticas relacionadas con conceptos científicos y tecnológicos, como: aplicación de competencias matemáticas en ambientes reales, el estudio de la ley de Hooke o la enseñanza sobre el uso racional de la energía eléctrica, por mencionar algunos (Alvis-Puentes, Aldana-Bermúdez & Caicedo-Zambrano, 2019; Niño-Vega, Morán-Borbor & Fernández-Morales, 2018; Niño-Vega, Fernández-Morales & Duarte, 2019). Los ambientes de aprendizaje basados en TIC, posibilitan que el estudiante controle su ritmo de abstracción del conocimiento, lo aplique en ejercicios propuestos y lo enriquezca con actividades y materiales de apoyo complementario (Hernández, 2019; Jiménez-Espinosa, 2019).

Asimismo, la implementación de las TIC en el ámbito educativo, permite al docente mejorar su quehacer pedagógico, debido a que éste puede incorporar material didáctico apropiado, fiable y actualizado, en múltiples formatos para facilitar la inclusión educativa (Forgiony-Santos, 2019; Nández-Rodríguez, Solano-Guerrero & Bernal-Castillo, 2019). Las TIC

también permiten: asesorar de manera individual o colectiva a los estudiantes, posibilitan el seguimiento del avance de las actividades propuestas, y facilitan el trabajo individual y colaborativo, gracias a las herramientas sincrónicas y asincrónicas disponibles para tal fin (Espinosa-Urbina, 2019; Duarte-Mora, 2019).

Al realizar una revisión de las etapas de la estrategia TIC, en la indagación, los estudiantes logran desarrollar habilidades para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, se generan nuevas incógnitas y el estudiante adquiere las capacidades de desarrollarlas, asimismo el trabajo en grupo y la socialización es fundamental para el desarrollo de competencias. Por otro lado, las herramientas usadas por el docente, como presentaciones interactivas, son de bastante agrado para los estudiantes, puesto que se logra captar la atención; y es útil para explicar fenómenos no visibles, como en el caso de las ondas sonoras y de luz.

En las operaciones algebraicas, se evidencia que los estudiantes comprenden y desarrollan los procesos matemáticos cuando se involucran problemas de la vida real. En este sentido, utilizan diferentes procesos de álgebra, trigonometría y cálculo, para solucionar problemas en donde se involucra la propagación de ondas mecánicas y electromagnéticas. Esta situación favoreció el rendimiento académico en los estudiantes, lo que se evidencia en la mejora del desempeño en las diferentes pruebas. Lo anterior no solo favorece el área de física, también las áreas de matemáticas y en general el desarrollo de competencias; lo cual indica que la interdisciplinariedad de las actividades, genera una mayor apropiación de competencias en los estudiantes (Naranjo-Gaviria & Herreño-Téllex, 2020; Bernate et al., 2020).

Los resultados de la experiencia en las aulas virtuales son bastante positivos, ya que los estudiantes expresan que por primera vez usaban herramientas digitales en el área de ciencias. En

este sentido, integrar laboratorios virtuales, que permiten manipular las variables y ver los efectos físicos que antes era imposible percibir, es fascinante para ellos. Esto, unido a los conocimientos previos, hace que los estudiantes se involucren de manera intensa, en la solución de un problema, lo que se evidencia en el desarrollo de sus competencias.

En general, los resultados fueron favorables, ya que: el interés en las clases aumenta, la participación es constante, los resultados de los exámenes mejoran y lo más importante, se despierta en los estudiantes el sentido de investigación científica. En síntesis, en esta investigación se comprobó que, al implementar las TIC en la educación, se brinda al estudiante la posibilidad de desarrollar: conocimientos, destrezas y habilidades, las cuales contribuyen en su búsqueda del entendimiento y solución de problemas del entorno (Ñáñez-Rodríguez et al., 2019). No obstante, aunque en estos espacios los recursos digitales son fundamentales, estos no sustituyen la experiencia directa con los fenómenos bajo estudio (Reyes-Lazalde, Reyes-Monreal & Pérez-Bonilla, 2016). Además, la función del docente cobra importancia, pues es el encargado de planear y poner en práctica las estrategias pedagógicas para alcanzar los objetivos de aprendizaje de los estudiantes (Araque-Suárez, 2019).

Capítulo VI. Conclusiones

En esta investigación, se presentó el desarrollo de una estrategia pedagógica basada en simuladores digitales, con el fin de potenciar las competencias de resolución de problemas en el área de física, y mejorar el rendimiento académico en estudiantes de educación media. La estrategia y los simuladores PHET, se seleccionaron atendiendo a las necesidades que presentaron los estudiantes en la prueba diagnóstica. En este sentido, identificar los recursos pedagógicos y digitales adecuados a las falencias de los estudiantes, se establece como requerimiento fundamental para la elaboración de la estrategia pedagógica.

En cuanto a la estrategia pedagógica, se seleccionó el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), ya que es adecuada para el desarrollo de competencias, a la vez que fomenta la indagación y la experimentación. El ABP, en conjunto con las tecnologías digitales, potencia la interacción de los estudiantes, ya que se fortalece el trabajo colaborativo. Además, se aumenta el interés de los estudiantes por comprender los fenómenos físicos.

Hoy en día es fundamental captar la atención de los estudiantes, con el fin de lograr un desarrollo en las habilidades para la vida. En este caso, la plataforma PHET se constituyó en una herramienta importante, debido a la visualización de los fenómenos físicos que realizan los simuladores. Esto permite que los estudiantes descubran por su propio interés, la naturaleza de los fenómenos físicos, la luz y el sonido en este caso, situándolos en un contexto de investigación científica, mediado por un ambiente virtual de aprendizaje.

El modelo pedagógico tradicional genera un impacto negativo en el aprendizaje de las ciencias básicas, ya que usualmente se relaciona con la manipulación de expresiones matemáticas. En este caso, antes de aplicar la estrategia con simuladores, los estudiantes

mostraban apatía y en ocasiones temor, frente al área de física, pues manifestaban que la asignatura era muy complicada, al explicar los fenómenos físicos a través de las matemáticas. Después del trabajo de aula con la estrategia basada en simuladores, el ambiente emocional de los estudiantes y la visión frente a la física, cambió positivamente, al punto que varios estudiantes manifestaron la intención de hacer una carrera profesional relacionada con la física.

Al integrar los simuladores en las clases de física, se genera una transición de un aula de clase tradicional a un ambiente virtual de aprendizaje. De esta manera, el desarrollo de los temas propuestos en el área, fluyen de forma natural, y proporciona a los estudiantes un ambiente lleno de expectativas y retos por resolver.

Einstein definió la relatividad con la siguiente expresión: “Pon tu mano durante un minuto sobre una estufa, y te parecerá una hora; siéntate junto a una mujer bonita durante una hora, y te parecerá un minuto”. Esta afirmación se puede comparar con lo acontecido en la experiencia pedagógica, puesto que, en las clases tradicionales, el mejor momento para los estudiantes era cuando sonaba la campana de salida. Por otro lado, en el aula virtual con simuladores, el tiempo pasaba tan rápido que al finalizar la clase los estudiantes continuaban trabajando en el computador. Esta situación fue bastante gratificante para el investigador, ya que indica la motivación de los estudiantes por la física, gracias a una estrategia pedagógica adecuada al contexto escolar.

El análisis estadístico muestra que el desempeño de los estudiantes mejoró, luego de implementar la estrategia pedagógica basada en simuladores digitales. Las simulaciones de los fenómenos ondulatorios que se adelantaron en el aula, fueron agradables para los estudiantes, pues ellos manifiestan que les permiten situarse en una actividad científica real, mediante un ambiente virtual de aprendizaje. En este sentido, sería interesante articular el área de Ciencias

Naturales, aplicando la estrategia pedagógica por medio de simuladores, integrándolos en las asignaturas de: biología, química, física y matemáticas.

La viabilidad de los simuladores PHET indica que las nuevas tecnologías deben ser incorporadas en los espacios pedagógicos actuales. En estos escenarios, los estudiantes activan y desarrollan las competencias requeridas para la educación y la vida. Además, los simuladores permiten a los estudiantes enfrentarse a situaciones reales, motivándolos a tomar decisiones, que a su vez incrementan las competencias para la solución de problemas en contexto.

Referencias

- Albanese, M. A., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Acad Med*, 68(1), 52-81.
<https://doi.org/10.1097/00001888-199301000-00012>
- Alvis-Puentes, J. F., Aldana-Bermúdez, E., & Caicedo-Zambrano, S. J. (2019). Los ambientes de aprendizaje reales como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de básica secundaria. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10 (1), 135-147. <https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n1.2019.10018>
- Araque-Suárez, C. L. (2019). Los retos del mundo globalizado, el docente investigador universitario y su práctica pedagógica. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 7(2), 50-56. <https://doi.org/10.15649/2346030X.577>
- Asociación Colombiana para el avance de la ciencia, (2020). *Misión*. <http://acac.org.co/quienes-somos>
- Avello-Martínez, R., & Duart, J. M. (2016). Nuevas tendencias de aprendizaje colaborativo en e-learning. Claves para su implementación efectiva. *Estudios Pedagógicos XLII* (1), 271-282. <https://www.redalyc.org/pdf/1735/173547563017.pdf>
- Bernate, J. A., García-Celis, M. F., Fonseca-Franco, I. P., & Ramírez-Ramírez- N. E. (2020). Prácticas de enseñanza y evaluación en una facultad de educación colombiana. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10 (2), 337-347.
<https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n2.2020.10721>
- Blanco-Laserna, D. (2012). *El espacio es una cuestión de tiempo*. Buenos Aires: Editorial RBA
- Bravo, B., Bouciguez, M. J., & Braunmüller, M. (2019). Una propuesta didáctica diseñada para

- favorecer el aprendizaje de la Inducción Electromagnética básica y el desarrollo de competencias digitales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1). <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4382>
- Burbano, P. P. (2001). Reflexiones sobre la enseñanza de la física. *Universitas Scientiarum*, 6 (2). <https://www.redalyc.org/pdf/499/49912126008.pdf>
- Cabero-Almenara, J., & Costas, J. (2016). La utilización de simuladores para la formación de los alumnos. *Prisma Social*, (17), 343-372.
<https://www.redalyc.org/pdf/3537/353749552015.pdf>
- Cáceres, C. A., & Amaya, D. (2016). Desarrollo e interacción de un laboratorio virtual asistido y controlado por PLC. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(19), 9-15.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672016000100002&lng=es&tlng=es.
- Cadena-Iñiguez, P., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Salinas-Cruz, E., de la Cruz-Morales, F. R., & Sangerman-Jarquín, D. M. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (7), 1603-1617.
<http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/515>
- Camacho-Ríos, A., Caldera-Franco, M. I., & Valenzuela-González, V. (2019). Fidelidad en el uso de app para la resolución de ecuaciones diferenciales. *Apertura*, 11(1), 8-21.
<http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v11n1.1463>
- Candelario-Dorta, O. (2018). El software en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física. *EduSol*, 18(63). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475756619014>
- Cañón-Rincón, C. A., & García-Pupo, M. M. (2018). Tipos de insight presentes en la solución de

problemas matemáticos en clases. *Ciencias Holguín*, 24(2), 10-24.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181555444002>

Chávez-Saavedra, G., González-Sandoval, B. V., & Hidalgo-Valadez, C. (2016). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) a través del m-learning para el abordaje de casos clínicos. Una propuesta innovadora en educación médica. *Innovación Educativa*, 16(72), 95-112.

<https://www.redalyc.org/pdf/1794/179449185007.pdf>

Coello-Pisco, S. M., González-Cañizalez, Y. A., Hidalgo-Crespo, J. A., Barzola-Monteses, J. J., & Alonso-Aguila, L. M. (2019). Desarrollo de habilidades STEM en estudiantes universitarios de Física mediante proyectos I+D+i. Caso: estimación de la demanda de la energía eléctrica en zonas rurales y urbano-marginales. *Revista Mexicana de Física E*, 65(1), 44–51. <https://rmf.smf.mx/ojs/rmf-e/article/view/410>

Colegio Liceo la Presentación (2019). *Plan de Área Ciencias Naturales*. Sogamoso Colombia.

Collazos, C. A., & Mendoza, J. (2006). Cómo aprovechar el "aprendizaje colaborativo" en el aula. *Educación y Educadores*, 9(2), 61-76.

<https://www.redalyc.org/pdf/834/83490204.pdf>

Corso-Sicilia, G. B., & Pinilla-Rivera, M. (2017). Métodos gráficos de análisis exploratorio de datos espaciales con variables espacialmente distribuidas. *Cuadernos latinoamericanos de administración*, 13(25), 92-104. <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v13i25.2417>

Cruz-Rojas, G. A., Molina-Blandón, M. A., & Valdiri-Vinasco, V. (2019). Vigilancia tecnológica para la innovación educativa en el uso de bases de datos y plataformas de gestión de aprendizaje en la universidad del Valle, Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9 (2), 303-317.

<https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n2.2019.9175>

- Duarte-Mora, J. Y. (2019). Calidad educativa. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 7(S1), 32-35. <https://doi.org/10.15649/2346030X.442>
- Espinosa-Urbina, G. B. (2019). Estrategia pedagógica basada en las tecnologías de información y comunicación (tic), para la enseñanza de los principios básicos de la convivencia social. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 7(2), 33-37. <https://doi.org/10.15649/2346030X.567>
- Forgiony-Santos, J. O. (2019). Análisis conceptual de las prácticas inclusivas en el aula, diversidad y convivencia escolar. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 7(S1), 36-40. <https://doi.org/10.15649/2346030X.504>
- García, K., Alviarez, L., & Torres, A. (2011). Estrategias para el aprendizaje significativo y su relación con el rendimiento académico en inglés. *Revista Synergies*, (6), 67–80. <https://gerflint.fr/Base/venezuela6/garcia.pdf>
- García-Aretio, L. (2019). Necesidad de una educación digital en un mundo digital. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 09-22. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.2.23911>
- García-Palacios, E. (2015). La Educación a Distancia en México: Una nueva realidad universitaria (Judith Zubieta y Claudio Rama). *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 7(14). <https://doi.org/10.22201/cuaed.20074751e.2015.14.65264>
- García-Rangel, E. G., García-Rangel, A. K., & Reyes-Angulo, J. A. (2014). Relación maestro alumno y sus implicaciones en el aprendizaje. *Ra Ximhai*, 10(5), 279-290. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46132134019>
- García-Sánchez, M. del R., Reyes-Añorve, J., & Godínez-Alarcón, G. (2018). Las Tic en la educación superior, innovaciones y retos / The ICT in higher education, innovations and

- challenges. *RICSH Revista Iberoamericana De Las Ciencias Sociales Y Humanísticas*, 6(12), 299 - 316. <https://doi.org/10.23913/ricsh.v6i12.135>
- Garzón-Saladen, Á., & Romero-González, Z. (2018). Los modelos pedagógicos y su relación con las concepciones del derecho: puntos de encuentro con la educación en derecho. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 8(2), 311-320. <https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n2.2018.7968>
- Gómez-Collado, M. E., Contreras-Orozco, L., & Gutiérrez-Linares, D. (2016). El impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en estudiantes de ciencias sociales: un estudio comparativo de dos universidades públicas. *Innovación Educativa*, 16 (71), 61-80. <https://www.redalyc.org/pdf/1794/179446997004.pdf>
- Grant, M. M., & Mims, C. (2010). Web 2 .0 in Teacher Education: Characteristics, Implications and Limitations. *En Wired for Learning: An Educator's Guide to Web 2.0*, 343-360. <http://www.clifmims.com/documents/Web2.0-in-TchrEd.pdf>
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *The American Psychologist*, 5(9), 444-454. <http://dx.doi.org/10.1037/h0063487>
- Hernández, A. J. (2019). La motivación base fundamental en el proceso enseñanza aprendizaje. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 7(2), 57-61. <https://doi.org/10.15649/2346030X.569>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Chile: McGraw Hill.
- Illinois Mathematics and Science Academy IMSA. (2001). Thirteenth Annual IMSA Presentation Day. Msanet. https://digitalcommons.imsa.edu/archives_sir/23/
- Jaramillo, P., Castañeda, P., & Pimienta, M. (2009). Qué hacer con la tecnología en el aula:

- inventario de usos de TIC para aprender y enseñar. *Informática educativa*, 12(2), 159–179. <https://www.redalyc.org/pdf/834/83412219011.pdf>
- Järvelä, S., & Hadwin, A. F. (2013). New frontiers: Regulating learning in CSCL. *Educational Psychologist*, 48(1), 25-39. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.748006>
- Jiménez-Espinosa, A. (2019). La dinámica de la clase de matemáticas mediada por la comunicación. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10 (1), 121-134. <https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n1.2019.10016>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. (1993). “*Circles of learning*”, 4th ed., Edina, MN, Interaction Book Company.
- Lermanda, C. (2007). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): Una experiencia pedagógica en medicina. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, (11), 127-143. <https://www.redalyc.org/pdf/2431/243117032008.pdf>
- Ley No. 115. Congreso de Colombia. Por la cual se expide la ley general de educación. Colombia, 8 de febrero de 1994. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0115_1994.html
- Lindo-Pizarro, C. F., & Diestra-Rodríguez, A. (2019). Efecto del uso de una hoja de cálculo en el aprendizaje significativo del curso de física II. *Horizonte De La Ciencia*, 9(16), 29-41. <http://revistas.uncp.edu.pe/index.php/horizontedelaciencia/article/view/236>
- López-Gaitán, M. A., Morán-Borbor, R. A., & Niño-Vega, J. A. (2018). Prácticas experimentales como estrategia didáctica para la comprensión de conceptos de física mecánica en estudiantes de educación superior. *Infometric@ - Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*, 1 (1), 1-14. <http://www.infometrica.org/index.php/syh/article/view/12>
- Lugo, M. T., & Ithurburu, V. (2019). Políticas digitales en América Latina, Tecnologías para

- fortalecer la educación de calidad. *Revista Ibero Americana*, 79, 11–31.
<https://doi.org/10.35362/rie7913398>
- Marino-Vera, H., Mendoza, L., & Gualdrón-Guerrero, O. (2017). Medición automática de variables antropométricas para la evaluación de la respiración usando visión artificial. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 8(1), 161-169.
<https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n1.2017.7407>
- Martínez, C., Ramírez, G., & Vásquez, M. (2009). Pruebas no paramétricas para comparar curvas de supervivencia de dos grupos que experimentan eventos recurrentes. *revista ingeniería UC*, 16 (3), 58-71. <https://www.redalyc.org/pdf/707/70717551009.pdf>
- Martínez-López, L. G., & Gualdrón-Pinto, E. (2018). Fortalecimiento del pensamiento variacional a través de una intervención mediada con TIC en estudiantes de grado noveno. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9 (1), 91-102.
<https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n1.2018.8156>
- Martínez-Moreno, N., Zúñiga-Martínez., & Tovar-Rodríguez, D. A. (2018). Una herramienta gráfica para la resolución de problemas de cinemática. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(4). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6960474>
- Materola, C., Quiroz, G., Salazar, P., & García, N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30 (1), 36-49. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.11.005>.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales*. https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje, Ciencias*

Naturales.

https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf

Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017). *Guía de orientación Saber Once Icfes.*

<https://www.icfes.gov.co/documents/20143/177687/Guia+de+orientacion+saber+11-2017-1.pdf/b694a2e9-a61d-3e9c-1f00-b3a9a576a767>

Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2019). *Prueba de Ciencias Naturales Saber.*

<https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1500084/Marco+de+referencia+ciencias+naturales+saber+11.pdf/1713a30f-87e5-e944-b8bc-07645b9a9a4e>

Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2019). *Resultados Icfes.*

<https://www2.icfesinteractivo.gov.co/resultados.php>

Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2019a). *Prueba de Ciencias Naturales Saber.*

<https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1500084/Marco+de+referencia+ciencias+naturales+saber+11.pdf/1713a30f-87e5-e944-b8bc-07645b9a9a4e>

Montoya-Ramírez, P. A. (2019). El E-Learning en el desarrollo del Pensamiento científico escolar en el aula de Física. *Revista científica*, Número especial, 121–130.

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/14483>

Morales-Bueno, P., & Landa-Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Theoria*, 13(1), 145-157. <https://www.redalyc.org/pdf/299/29901314.pdf>

Morphew, J. W., & Mestre, J. P. (2018). Explorando la conexión entre la resolución de problemas y la comprensión de conceptos en física. *Revista de enseñanza de la física*, 30(2), 75–85. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6775390>

Ñáñez-Rodríguez, J. J., Solano-Guerrero, J. C., & Bernal-Castillo, E. (2019). Ambientes digitales

- de aprendizaje en educación a distancia para la formación inicial de docentes: percepciones acerca de su pertinencia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10 (1), 107-119. <https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n1.2019.10015>
- Naranjo-Gaviria, A. A., & Herreño-Téllez, E. (2020). Caracterización de las actividades interdisciplinarias en una facultad de artes Colombiana. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10 (2), 283-296. <https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n2.2020.10361>
- Nikulín-Chandia, C., Viveros-Gunckel, P., Dorochesi-Fernandois, M., Crespo-Márquez, A., & Lay-Bobadilla, P. (2017). Metodología para el análisis de problemas y limitaciones en emprendimientos universitarios. INNOVAR. *Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 27 (63), 91-105. <https://www.redalyc.org/pdf/818/81849067007.pdf>
- Niño-Vega, J. A., & Fernández-Morales, F. H. (2019). Una mirada a la enseñanza de conceptos científicos y tecnológicos a través del material didáctico utilizado. *Revista Espacios*, 40 (15), 4. <http://www.revistaespacios.com/a19v40n15/19401504.html>
- Niño-Vega, J. A., Fernández-Morales, F. H., & Duarte, J. E. (2019). Diseño de un recurso educativo digital para fomentar el uso racional de la energía eléctrica en comunidades rurales. *Saber, Ciencia y Libertad*, 14 (2), 256-272. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2019v14n2.5889>
- Niño-Vega, J. A., Morán-Borbor, R. A., & Fernández-Morales, F. H. (2018). Educación inclusiva: un nuevo reto para la labor docente en el siglo XXI. *Infometric@ - Serie Sociales y Humanas*, 1 (2), 74-94. <http://www.infometrica.org/index.php/ssh/article/view/78>
- Ordóñez-Ortega, O., Gualdrón-Pinto, E., & Amaya-Franky, G. (2019). Pensamiento variacional

mediado con baldosas algebraicas y manipuladores virtuales. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9 (2), 347-362.

<https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n2.2019.9180>

Paredes-Curín, C. R. (2016). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una estrategia de enseñanza de la educación ambiental, en estudiantes de un liceo municipal de Cañete. *Revista Electrónica Educare*, 20(1), 1-26.

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/1941/194143011006/html/index.html>

Pedrinaci-Rodríguez, E. (2012). *El ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de cierta competencia científica*. El desarrollo de la competencia científica, 15–35.

Barcelona: Graó. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4619974>

Pérez-Gómez, Y., & Beltrán-Pozo, C. (2011). ¿Qué es un problema en Matemática y cómo resolverlo? Algunas consideraciones preliminares. *EduSol*, 11 (34), 74-89.

<https://www.redalyc.org/pdf/4757/475748673009.pdf>

Petrosino, J., Landini, L., Lizaso, G., Kuri, I., & Canalis, I. (2019). Enseñanza de acústica física con simulaciones en k-wave. *Revista Elektron*, 3(1), 46-51.

<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/150/150721005/150721005.pdf>

Polya, G. (1965). *Como plantear y resolver problemas*. México D.C: Editorial Trillas

Restrepo-Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8, 9-19.

<https://www.redalyc.org/pdf/834/83400803.pdf>

Reyes-Lazalde, A., Reyes-Monreal, M., & Pérez-Bonilla, M. E. (2016). Experimentación virtual con el simulador dosis-respuesta como herramienta docente en biología. *Apertura*, 8(2), 22-37. <https://www.redalyc.org/pdf/688/68848010002.pdf>

- Ribeiro-Sousa, A., Moreira, M. D., Bovolenta-Ovigli, D. F., Oliveira, A. R., & Colombo-Junior, P. D. (2019). Prácticas innovadoras en la enseñanza de física moderna en una escuela pública brasileña. *REXE Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 18(36), 241-256. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243158860014>
- Ríos-Muñoz, D. (2007). Sentido, criterios y utilidades de la evaluación del aprendizaje basado en problemas. *Educación Médica Superior*, 21(9), 1-9. https://www.researchgate.net/publication/262716196_Sentido_criterios_y_utilidades_de_la_evaluacion_del_aprendizaje_basado_en_problemas
- Rojas-Escalona, B. (2010). Solución de problemas: una estrategia para la evaluación del pensamiento creativo. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 11 (1), 117-125. <https://www.redalyc.org/pdf/410/41021794008.pdf>
- Roldán-Segura, C., Perales-Palacios, F. J., Ruiz-Granados, B., Moral-Santaella, C., & de la Torre, A. (2018) Enseñando a programar por ordenador en la resolución de problemas de Física de Bachillerato. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1301
- Romero-Ariza, M. R., & Quesada-Armenteros, A. Q. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *ICT and meaningful science learning*, 1, 101–115. <https://ddd.uab.cat/record/116583>
- Ruiz-Macías, E., & Duarte, J. E. (2018). Diseño de un material didáctico computarizado para la enseñanza de oscilaciones y ondas, a partir del estilo de aprendizaje de los estudiantes. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 8(2), 295-309. <https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n2.2018.7966>
- Sánchez-Luján, B. I. (2017). Aprender y enseñar matemáticas: desafío de la educación. *IE*

Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, 8 (15), 7-10.

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/5216/521653370002/521653370002.pdf>

Sancho-Gil, J. M., Bosco-Paniagua, A., Alonso-Cano, C., & Sánchez-Valero, J. A. (2015).

Formación del profesorado en Tecnología Educativa: de cómo las realidades generan los mitos. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 14(1), 17-30.

<https://doi.org/10.17398/1695-288X.14.1.17>

Santos-Trigos, L. M. (1997). La transferencia del conocimiento y la formulación o rediseño de problemas en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 2(3), 11–30.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=300359>

Santos-Trigos, L. M. (2016). La resolución de Problemas Matemáticos y el uso coordinado de tecnologías digitales 1. *Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática*. 2, 333–346.

<http://funes.uniandes.edu.co/9443/1/Resolucion2016Santos.pdf>

Sierra-Llorente, J., Bueno-Giraldo, I., & Monroy-Toro, S. (2016). Análisis del uso de las tecnologías TIC por parte de los docentes de las Instituciones educativas de la ciudad de Riohacha. *Omnia*, 22 (2), 50-64.

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/737/73749821005/html/index.html>

Torres-Cañizález, P. C., & Cobo-Beltrán, J. K. (2017). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación. *Educere*, 21(68), 31-40.

<https://www.redalyc.org/pdf/356/35652744004.pdf>

Torres-Salas, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, XIV (1), 131-142.

<https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419012.pdf>

Trujillo-Losada, M. F., Hurtado-Zúñiga, M. C., & Pérez-Paredes, M. J. (2019). Fortalecimiento

- de los proyectos educativos de las instituciones educativas oficiales del municipio de Santiago de Cali. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9 (2), 319-331.
<https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n2.2019.9177>
- UNESCO (2018). *Designing inclusive digital solutions and developing digital skills*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265537>
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). (2013). *Policy Guidelines for Mobile Learning*. Paris, France.
https://www.researchgate.net/publication/258211567_UNESCO_Policy_Guidelines_for_Mobile_Learning_Open_Access
- Uzcátegui, Y., & Betancourt, C. (2013). La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación*, 37(78), 109-127.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142013000100006&lng=es&tlng=es
- Vargas-Vargas, N. A., Niño-Vega, J. A., & Fernández-Morales, F. H. (2020). Aprendizaje basado en proyectos mediados por tic para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas. *Revista Boletín Redipe*, 9(3), 167-180.
<https://doi.org/10.36260/rbr.v9i3.943>
- Vega-Monsalve, N. C., & Ruiz-Restrepo, A. M. (2018). Retos y desafíos de la educación superior para responder a la demanda de profesionales en la subregión del Oriente Antioqueño Colombiano. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9 (1), 115-126. <https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n1.2018.8510>
- Vera-Giménez, J. (2012). *Introducción al Aprendizaje Basado en Problemas. Una Guía para el*

- Alumno*. Universidad de Valladolid. Valladolid, España.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/1524/1/ABP.pdf>.
- Vesga-Bravo, G. J., & Escobar-Sánchez, R. E. (2018). Trabajo en solución de problemas matemáticos y su efecto sobre las creencias de estudiantes de básica secundaria. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9 (1), 103-114.
<https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n1.2018.8270>
- Vigo-Vargas, O. (2013). Polémica alrededor del concepto competencia. UCV-HACER. *Revista de Investigación y Cultura*, 2 (1), 122-130.
<https://www.redalyc.org/pdf/5217/521752180014.pdf>
- Wood D. F. (2003). Problem based learning. *BMJ (Clinical research ed.)*, 326(7384), 328–330.
<https://doi.org/10.1136/bmj.326.7384.328>
- Zorrilla, E. G., Macías-Manteca, A., & Maturano-Arrabal, C. I. (2014). Una experiencia con Modellus para el estudio de cinemática en el nivel secundario. *Revista de Medios y Educación*, (44), 7-17. <https://core.ac.uk/download/pdf/25653732.pdf>

Anexos

Anexo A. Plan de Área Ciencias Naturales (Física)

FÍSICA	GRADO UNDÉCIMO	
---------------	-----------------------	---

FÍSICA	GRADO UNDÉCIMO	PRIMER BIMESTRE
NÚCLEO TEMÁTICO DEL PERÍODO	<i>¿Cómo mido los fenómenos ondulatorios (periodo y frecuencia), e identifico la propagación de ondas, en las cuerdas de una guitarra?</i>	
FASE AFECTIVA: PEDAGOGÍA ASUMIDA DESDE EL ÁREA (transversales a los contenidos del periodo)	<i>Pedagogía del AMOR y del RESPETO, CORRECCIÓN y VIGILANCIA "Cumple los diferentes roles al trabajar en equipo"</i>	
SUBPROYECTOS / PROYECTOS TRANSVERSALES (que se vinculan con contenidos de la asignatura y del periodo)	<i>Cátedra para la Paz</i>	

11º GRADO	PRIMER BIMESTRE	FÍSICA	
COMPONENTES	TEMAS Y SUBTEMAS DEL PERÍODO (contenidos conceptuales)	DBA Y ESTÁNDARES (contenidos procedimentales sugeridos por el MEN)	
ENTORNO FÍSICO	<p>MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Movimiento oscilatorio.</i> ➤ <i>Movimiento armónico simple</i> ➤ <i>Ecuaciones generales del movimiento armónico simple.</i> ➤ <i>Periodo de un movimiento armónico simple.</i> ➤ <i>Pendulo simple</i> <p>PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Formación de las ondas.</i> ➤ <i>Ondas longitudinales y transversales.</i> ➤ <i>Ondas periódicas</i> ➤ <i>Velocidad de una onda transversal</i> <p>FENÓMENOS ONDULATORIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Reflexión de las ondas.</i> ➤ <i>Refracción de las ondas</i> ➤ <i>Principio de Huygens</i> ➤ <i>Difracción.</i> ➤ <i>Principio de superposición.</i> 	<p>Estándares</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Establece condiciones entre los procesos relacionados al movimiento armónico simple <p>Estándares</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Establece diferencias entre, longitud de ondas y tipos de ondas <p>Estándar CTS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia 	<p>COMPETENCIAS (contenidos procedimentales definidos por el área)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Diseña</i> un sistema mecánico de péndulos, resortes y cuerdas, de tal manera que <u>experimenta, detecta y monitorea</u> fenómenos de cuerpos oscilatorios. <p>Competencia incluyente</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Monitorea</u> los fenómenos ondulatorios que se generan en el agua o una cuerdas oscilantes.

FÍSICA		GRADO UNDÉCIMO	SEGUNDO BIMESTRE
NÚCLEO TEMÁTICO DEL PERÍODO	<i>La luz y el sonido se propaga en la tierra con diferentes velocidades ¿este fenómeno se repite a nivel interestelar?</i>		
FASE AFECTIVA: PEDAGOGÍA ASUMIDA DESDE EL ÁREA (transversales a los contenidos del período)	<i>Pedagogía de FIRMEZA y TOLERANCIA "Valora los aportes del conocimiento común y los comparte con sus compañeros"</i>		
SUBPROYECTOS / PROYECTOS TRANSVERSALES (que se vinculan con contenidos de la asignatura y del período)	<i>Competencias Ciudadanas</i>		

11º GRADO		SEGUNDO BIMESTRE	FÍSICA
COMPONENTES	TEMAS Y SUBTEMAS DEL PERÍODO (contenidos conceptuales)	DBA Y ESTÁNDARES (contenidos procedimentales sugeridos por el MEN)	COMPETENCIAS (contenidos procedimentales definidos por el área)
ENTORNO FÍSICO	<p>EL SONIDO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Naturaleza del sonido</i> ➤ <i>Características del sonido.</i> ➤ <i>Efecto doppler</i> <p>LA LUZ:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>La naturaleza de la luz</i> ➤ <i>Interferencia de la luz</i> ➤ <i>Difracción de la luz</i> ➤ <i>Polarización de la luz</i> ➤ <i>Fotometría</i> 	<p>DBA N° 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprende la naturaleza de la propagación del sonido y de la luz como fenómenos ondulatorios (ondas mecánicas y electromagnéticas). <p>Estándares</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Crea</u> un sistema de propagación de ondas mecánicas y electromagnéticas, de esta manera <u>detecta</u> la diferencia entre sonido y luz. Entonces, <u>experimenta</u> y <u>monitorea</u> los fenómenos de propagación de sonido y luz en el cosmos. <p>Competencia incluyente</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Experimenta</u> y <u>monitorea</u> los fenómenos de propagación de sonido y luz en el cosmos.

	<p>REFLEXIÓN DE LUZ:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Rayos de la luz</i> ➤ <i>Reflexión de la luz</i> ➤ <i>Imágenes por reflexión.</i> ➤ <i>Espejos esféricos.</i> <p>REFRACCIÓN DE LUZ:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Las leyes de la refracción</i> ➤ <i>El color</i> <p>INSTRUMENTOS ÓPTICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Las lentes</i> ➤ <i>Cámara fotográfica</i> ➤ <i>El ojo humano.</i> 	<p>Estándares CTS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifico aplicaciones de los diferentes modelos de la luz. ➤ Indago sobre avances tecnológicos en comunicaciones y explico sus implicaciones para la sociedad. 	
--	---	---	--

FÍSICA	GRADO UNDÉCIMO	TERCER BIMESTRE
NÚCLEO TEMÁTICO DEL PERÍODO	<i>A finales del siglo XX el mundo veía fascinado los avances de la electricidad ¿Qué beneficios trajo la electricidad a la tecnología actual?</i>	
FASE AFECTIVA: PEDAGOGÍA ASUMIDA DESDE EL ÁREA (transversales a los contenidos del período)	<i>Pedagogía del AMOR y del RESPETO</i> <i>“Acepta que los modelos de la ciencia se transforman y que varios pueden tener validez en la actualidad”</i>	
SUBPROYECTOS / PROYECTOS TRANSVERSALES (que se vinculan con contenidos de la asignatura y del período)	<i>Prevención de Riesgos</i>	

11º GRADO	TERCER BIMESTRE	FÍSICA	
COMPONENTES	TEMAS Y SUBTEMAS DEL PERÍODO (contenidos conceptuales)	DBA Y ESTÁNDARES (contenidos procedimentales sugeridos por el MEN)	COMPETENCIAS (contenidos procedimentales definidos por el área)
ENTORNO FÍSICO	ELECTROSTÁTICA: <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>La carga eléctrica</i> ➤ <i>Electrización</i> ➤ <i>Conservación de la carga.</i> CAMPO ELÉCTRICO Y POTENCIAL ELÉCTRICO: <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Campo eléctrico uniforme</i> 	Estándares: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Explica el comportamiento de fluidos en movimiento y en reposo. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realiza experimentos relacionados con circuitos tanto en serie, paralelo y mixto; para la instalación de redes eléctricas en una vivienda. Competencia incluyente
	CORRIENTE ELÉCTRICA: <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Voltaje V</i> ➤ <i>Corriente A</i> ➤ <i>Resistencia Ω</i> ➤ <i>Circuitos eléctricos</i> ➤ <i>Ley de Ohm</i> 	Estándares: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Relaciona voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifica cuales son las fuentes de corriente eléctrica y como se usan en nuestro entorno.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Circuito en serie</i> ➤ <i>Circuito en paralelo</i> ➤ <i>Corriente continua</i> ➤ <i>Corriente alterna</i> ➤ <i>La resistencia interna en las fuentes de voltaje</i> ➤ <i>Circuito Mixto</i> ➤ <i>Las leyes de Kirchhoff.</i> 	DBA N°2: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprende que la interacción de las cargas en reposo genera fuerzas eléctricas y que cuando las cargas están en movimiento genera fuerzas magnéticas. DBA N° 3: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprende las relaciones entre corriente y voltaje en circuitos resistivos sencillos, en serie, en paralelo y mixtos. 	
--	--	---	--

Anexo B. Autorización Rectora Institución Educativa

Sogamoso, 07 de mayo de 2019

Recibí
07/05/2019.
Hora 10:59 Am.
Monica Salamanca.c.

Rectora
Hermana Rosa Almeida Almeida
Colegio liceo la presentación
Sogamoso

Asunto: solicitud para implementar proyecto de tesis maestría en grado undécimo.

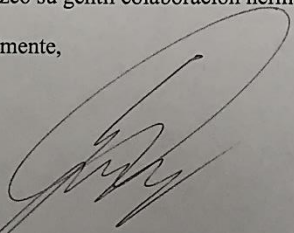
Cordial saludo.

De manera atenta yo GERMAN DAVID PÉREZ HIGUERA identificado con el documento de identidad 1.055.312.752 de Tibasosa Boyacá y docente de física de la institución educativa me dirijo a usted hermana rectora con el fin de solicitar aprobación para implementar mi proyecto de tesis en grados undécimo, el cual tiene como objetivo, a través del diseño de una metodología pedagógica de apropiación Tic potenciar habilidades en los estudiantes de grado undécimo para la resolución de problemas de física-matemáticas.

De esta manera hacer un estudio estadístico en donde se analiza en los estudiantes su progreso en las habilidades de resolución de problemas utilizando tecnologías digitales, como software de simulación. Por lo tanto se solicita de igual forma la sala de informática para aplicar el diseño metodológico de una experiencia virtual.

Agradezco su gentil colaboración hermana Rosa, estaré atento a una respuesta.

Cordialmente,



Lic. Germán David Pérez Higuera
C.C. 1055312752 de Tibasosa
No. Celular: 3143348105
Correo Electrónico: germanrk77@gmail.com
Dirección: calle 3 # 1A58 Tibasosa

Recibo: 07/05/19
Aprobado con supervisiones del
coordinador académico
Ana-Isabel

Anexo C. Consentimiento Informado

Sogamoso, marzo de 2019

Padres de Familia

Grados 11

Colegio Liceo la Presentación

Sogamoso

Asunto: solicitud para implementar proyecto de tesis maestría, con estudiantes de grado undécimo, Consentimiento Informado.

Cordial saludo.

De manera atenta yo German David Pérez Higuera, docente de física de la institución educativa, Liceo la Presentación, me dirijo a ustedes padres de familia con el fin de solicitar su aprobación para implementar mi proyecto de tesis de maestría, con los estudiantes de grados undécimo, el cual tiene como objetivo, potenciar habilidades para la resolución de problemas de física, mediante tecnologías digitales.

En este sentido se aplicará a los estudiantes una prueba diagnóstica, y en seguida se identificarán los problemas de aprendizaje, además de aplicará una estrategia por medio de simuladores de física, finalmente se realizará un análisis estadístico para medir si los estudiantes mejoran su rendimiento.

Agradezco su gentil colaboración, estaré atento a sus inquietudes.

Cordialmente:

Lic. Germán David Pérez Higuera

CC. 1055312752 de Tibasosa

No. Celular: 3143348105

Correo Electrónico: germanrk77@gmail.com