



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

Trabajo de Titulación como requisito previo para la obtención del título de  
Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con Mención  
Matemática y Física

**Guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al  
aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la  
Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”**

**Autor:** Francisco Agustín Peralta Rojas

**Director:** José Ángel Bermúdez García

Quito, 20 de abril de 2025.

## PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

### DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Francisco Agustín Peralta Rojas con cédula N° 0106810641, autor del trabajo de graduación titulado **“Guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”,** previa a la obtención del grado académico de **MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES MENCIÓN FÍSICA Y MATEMÁTICA** en la **Facultad de Ciencias de la Educación.**

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 20 de abril de 2025



Francisco Agustín Peralta Rojas  
C.I. N° 0106810641

## APROBACIÓN DEL TUTOR

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Director (a) – Tutor (a) del Trabajo de Posgrado Titulado: **“Guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”**, presentado por el maestrante Francisco Agustín Peralta Rojas con cédula N° 010681064, para optar al Grado de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales Mención Matemática y Física, considero que dicho Trabajo de Investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por parte de los Lectores – Evaluadores que se designen para tal fin por parte de las autoridades de la Facultad de Ciencias de la Educación.

En la ciudad de Quito, a los veinte días de abril de 2025



---

JOSÉ ÁNGEL BERMUDÉZ GARCÍA

C.I. 1757943335

jbermudez647@puce.edu.ec

NRO TELEFONO: +34699462619

NOTA:

Se comunica que en el servicio de análisis Turnitin, el referido trabajo de titulación alcanzó el siguiente resultado: 5% índice de similitud con otras fuentes.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Francisco Agustín Peralta Rojas, titular de la Cédula de Identidad N° 0106810641, declaro que los resultados obtenidos en la investigación, como requisito previo para lo obtención del Grado Académico de Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales Mención Física y Matemática son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos, que se desprenden del trabajo de investigación, y luego de la redacción de este documento, son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

En la ciudad de Quito, a los veinte días del mes de abril 2025.

### Firma:



Firmado electrónicamente por:  
**FRANCISCO  
AGUSTIN PERALTA  
ROJAS**

Francisco Agustín Peralta Rojas  
C.I. N° 0106810641

Dirección Física del Campus  
Apartado postal 17-01-2184  
Telf.: (+593) 0 000 0000 ext.  
000  
Ciudad – País  
[www.puce.edu.ec](http://www.puce.edu.ec)



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	13
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.1. Formulación del problema .....	15
1.2. Objetivos de la Investigación.....	16
Objetivo General .....	16
Objetivos Específicos .....	16
1.3. Justificación de la Investigación .....	17
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	18
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	18
2.2. Bases Teóricas .....	22
2.2.1. Aprendizaje de la Física .....	22
2.1.1. Fundamentos teóricos de las ondas mecánicas.....	24
2.1.2. Uso de “PhET” el aprendizaje de las ondas mecánicas.....	25
2.3. Bases Legales.....	27
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	29
3.1. Tipo de Investigación.....	29
3.2. Diseño de Investigación.....	29
3.3. Unidades de Estudio .....	29
3.3.1. Población y Muestra .....	29
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	29
3.5. Técnica de Análisis de Datos.....	29
3.6. Operacionalización de Variables .....	30
3.7. Presentación y Análisis de Datos.....	32
3.7.1. Situación actual del aprendizaje de las ondas mecánicas.....	32
3.7.1.1. ¿Tiene usted un buen entendimiento de los conceptos básicos relacionados con las ondas mecánicas? .....	32
3.7.1.2. ¿Comprende los diferentes tipos de ondas mecánicas, como las ondas longitudinales y las ondas transversales?.....	33
3.7.1.3. ¿Puede identificar aplicaciones prácticas de las ondas mecánicas en situaciones de la vida real, como la detección de ultrasonidos en medicina y la transmisión de sonido a través del aire? .....	34

3.7.1.4.	¿Considera que el aprendizaje de ondas mecánicas es importante para su formación académica y futuras oportunidades profesionales? .....	35
3.7.2.	Características de las estrategias didácticas utilizadas en las prácticas de laboratorio para el aprendizaje de ondas mecánicas .....	36
3.7.2.1.	¿Se realizan actividades prácticas en el laboratorio para explorar y experimentar con las propiedades y comportamientos de las ondas mecánicas? 36	
3.7.2.2.	¿Se promueve la interacción y colaboración entre los estudiantes en el laboratorio para explorar y comprender las propiedades y comportamientos de las ondas mecánicas? .....	37
3.7.2.3.	¿Se promueve la reflexión y análisis que buscan establecer conexiones significativas entre los conocimientos previos y los nuevos conceptos de ondas mecánicas? .....	38
3.7.2.4.	¿Se emplea una evaluación continua y formativa que brinda retroalimentación y permite un aprendizaje sólido sobre las ondas mecánicas? 39	
3.7.2.5.	¿Se utiliza una amplia variedad de herramientas y recursos digitales de manera efectiva en el laboratorio de ondas mecánicas? .....	40
3.7.2.6.	¿Se utilizan herramientas y recursos digitales de manera enfocada en actividades prácticas en el laboratorio de ondas mecánicas? .....	41
3.7.2.7.	¿Se evidencia el dominio de competencias digitales en el proceso de aprendizaje de las ondas mecánicas? .....	42
3.7.3.	Guía didáctica con el uso de PhET para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas.....	43
3.7.3.1.	¿Considera que el diseño de una guía didáctica para laboratorio con el uso de PhET puede contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas de manera efectiva? .....	43
3.7.3.2.	¿Considera adecuado e importante el objetivo de promover la comprensión de los conceptos básicos de las ondas mecánicas a través de la interacción con simulaciones interactivas en el diseño de una guía didáctica para laboratorio que utiliza PhET para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas? 44	
3.7.3.3.	¿Considera adecuado que las actividades relacionadas con las ondas mecánicas utilizando las simulaciones de PhET sean realizar experimentos virtuales para explorar las propiedades de las ondas mecánicas y su comportamiento en diferentes escenarios, y además analizar y comparar las características de las ondas transversales y longitudinales? .....	45
3.7.3.4.	¿Considera útil que los recursos digitales adicionales para complementar el uso de las simulaciones de PhET en el aprendizaje de ondas mecánicas sean tutoriales y guías de uso de PhET, y videos explicativos sobre los conceptos	

clave de las ondas mecánicas y su relación con las simulaciones de PhET?.....	47
3.7.3.5.    ¿Considera relevante que los temas relacionados con el aprendizaje de las ondas mecánicas utilizando las simulaciones de PhET sean las características de las ondas mecánicas (amplitud, frecuencia, longitud de onda, etc.) y la propagación de ondas en diferentes medios (sólidos, líquidos, gases)? .....	48
3.7.3.6.    ¿Considera adecuado que el instrumento de evaluación para determinar el aprendizaje de ondas mecánicas utilizando PhET sea una evaluación por pares con una rúbrica para revisar y proporcionar retroalimentación detallada sobre el rendimiento durante las actividades interactivas con simulación de PhET? .....	49
3.8.    Análisis conclusivo por variable .....	50
3.8.1.    Variable 1 .....	50
3.8.2.    Variable 2 .....	50
3.8.3.    Variable 3 .....	50
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	52
4.1.    Denominación de la propuesta.....	52
4.2.    Justificación de la propuesta.....	52
4.3.    Destinatarios y responsables.....	52
4.4.    Objetivos.....	53
4.5.    Funcionamientos.....	53
4.5.1.    Descripción de fases y etapas .....	53
4.5.2.    Planificación.....	53
4.5.3.    Estructura de evaluación de la propuesta .....	58
CONCLUSIONES .....	60
RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Entendimiento de los conceptos básicos.....	32
Tabla 2: Comprensión de los tipos de ondas mecánicas.....	33
Tabla 3: Comprensión de las aplicaciones de las ondas mecánicas.....	34
Tabla 4: Valoración de la importancia del aprendizaje de ondas mecánicas.....	35
Tabla 5: Valoración de la frecuencia de actividades de laboratorio .....	36
Tabla 6: Valoración de la interacción y colaboración entre los estudiantes .....	37
Tabla 7: Valoración de la reflexión y análisis del concepto de ondas mecánicas .....	38
Tabla 8: Valoración de la evaluación continua y formativa .....	39
Tabla 9: Valoración del uso de herramientas y recursos digitales.....	40
Tabla 10: Valoración del uso de laboratorios virtuales .....	41
Tabla 11: Dominio de competencias digitales .....	42
Tabla 12: Valoración de la justificación para el diseño de una guía didáctica con el uso de PhET .....	43
Tabla 13: Valoración del objetivo postulado para la guía didáctica .....	44
Tabla 14: Valoración de las actividades propuestas para la guía didáctica .....	46
Tabla 15: Valoración de los recursos propuestos para la guía didáctica .....	47
Tabla 16: Valoración de los contenidos propuestos para la guía didáctica .....	48
Table 17: Valoración de los instrumentos de evaluación propuestos para la guía didáctica...	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Entendimiento de los conceptos básicos .....	33
Figura 2: Comprensión de los tipos de ondas mecánicas .....	34
Figura 3: Comprensión de las aplicaciones de las ondas mecánicas .....	35
Figura 4: Valoración de la importancia del aprendizaje de ondas mecánicas .....	36
Figura 5: Valoración de la frecuencia de actividades de laboratorio .....	37
Figura 6: Valoración de la interacción y colaboración entre los estudiantes.....	38
Figura 7: Valoración de la reflexión y análisis del concepto de ondas mecánicas .....	39
Figura 8: Valoración de la evaluación continua y formativa .....	40
Figura 9: Valoración del uso de herramientas y recursos digitales .....	41
Figura 10: Valoración del uso de laboratorios virtuales .....	42
Figura 11: Dominio de competencias digitales.....	43
Figura 12: Valoración de la justificación para el diseño de una guía didáctica con el uso de PhET .....	44
Figura 13: Valoración del objetivo postulado para la guía didáctica.....	45
Figura 14: Valoración de las actividades propuestas para la guía didáctica.....	46
Figura 15: Valoración de los recursos propuestos para la guía didáctica .....	47
Figura 16: Valoración de los contenidos propuestos para la guía didáctica .....	48
Figura 17: Valoración de los instrumentos de evaluación propuestos para la guía didáctica..	49

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
MAESTRIA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS EXPERIMENTALES MENCIÓN FÍSICA  
Y MATEMÁTICAS

**TITULO DEL TRABAJO**

**Guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”**

Autor: Francisco Agustín Peralta Rojas

Director -Tutor: José Ángel Bermúdez García

Fecha: 20 de abril del 2024

**RESUMEN**

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo proponer una guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” en el año lectivo 2023-2024. La investigación es de tipo proyectiva, con un diseño de investigación de campo. La población de estudio está integrada por 62 estudiantes de tercero de BGU. Se establece un carácter cuantitativo y se utiliza una encuesta cerrada de trece ítems como técnica de recolección de datos. Una vez recopilados los datos se utiliza la estadística descriptiva para su análisis. Según el análisis se establece que los conocimientos de los estudiantes sobre ondas mecánicas son deficientes y las estrategias usadas para su aprendizaje son inefectivas. Finalmente, se diseña y propone una guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas enfocando las actividades interactivas en la manipulación de frecuencia y amplitud, y mediciones cuantitativas de velocidad y longitud de onda.

**Palabras clave:**

Física, Simulador “PhET”, ondas mecánicas, constructivismo, guía didáctica.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
MAESTRIA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS EXPERIMENTALES MENCIÓN FISICA  
Y MATEMÁTICAS

**TITULO DEL TRABAJO EN INGLÉS**

**Didactic guide for laboratory with the use of "PhET" to contribute to the learning of mechanical waves of the students of third year of "BGU" from the High School "Fray Vicente Solano"**

Autor: Francisco Agustín Peralta Rojas

Director -Tutor: José Ángel Bermúdez García

Fecha: 20 de abril del 2024

**ABSTRACT**

This research project has the objective of propose a didactic guide for laboratory with the use of "PhET" to contribute to the learning of mechanical waves of the students of third year of "BGU" from the High School "Fray Vicente Solano" in the 2023-2024 school year. The research is projective, with a field research design. The study population is made up of 62 students of third year of "BGU". A quantitative character is established and a closed survey of thirteen items is used as a data collection technique. Once the data has been collected, descriptive statistics are used for their analysis. According to the analysis, it is established that the knowledge of the students about mechanical waves is deficient and the strategies used for their learning are ineffective. Finally, a didactic guide for laboratory is designed and proposed with the use of "PhET" to contribute to the learning of mechanical waves by focusing the interactive activities on the manipulation of frequency and amplitude, and quantitative measurements of speed and wavelength.

**Keywords:**

Physics, "PhET" simulator, mechanical waves, constructivism, didactic guide.

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza y aprendizaje de los fenómenos físicos como las ondas mecánicas resultan un reto en la educación secundaria debido a la naturaleza abstracta del fenómeno y las limitaciones de la enseñanza actual. En este contexto el uso de recursos tecnológicos surge como una estrategia efectiva para mejorar el aprendizaje integral. Uno de los recursos tecnológicos más eficaces es el uso de simuladores virtuales que permiten interactuar con parámetros que caracterizan a los fenómenos físicos y experimentar los cambios de forma inmediata.

Este proyecto de investigación presenta una propuesta con el uso del simulador interactivo del proyecto “PhET Interactive Simulations” (referido desde ahora como “PhET” en la continuación del documento) como herramienta didáctica para contribuir el aprendizaje de las ondas mecánicas de los estudiantes de Tercero de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” en el año lectivo 2023-2024.

El trabajo de investigación está estructurado en cuatro capítulos. El primer capítulo abarca la identificación y formulación de la problemática, resaltando las dificultades evidenciadas en el aprendizaje integral de las ondas mecánicas en los estudiantes, posteriormente se plantean las preguntas de investigación que surgen del planteamiento del problema, la formulación del objetivo general y específicos, y finalmente la justificación de la investigación.

En el segundo capítulo se presenta los fundamentos teóricos de la investigación, los antecedentes que establecen metodologías de investigación, una revisión sistemática de las teorías de aprendizaje constructivistas y de los fenómenos físicos que caracterizan las ondas mecánicas. Por último, se revisa los beneficios didácticos que ofrece el uso de las simulaciones “PhET”.

El tercer capítulo se enfoca en la metodología de investigación aplicada, la cual consiste en el diseño y aplicación de una encuesta para diagnosticar la actualidad del aprendizaje de las ondas mecánicas, las estrategias usadas y la factibilidad del desarrollo de una propuesta didáctica con el uso del simulador “PhET”. Posteriormente se realiza el análisis de los resultados y las conclusiones por variable estableciendo que el aprendizaje de las ondas mecánicas y las estrategias utilizadas no son las adecuadas, y presentando la predisposición de los estudiantes a el desarrollo de una guía didáctica con el uso del simulador “PhET” para el

aprendizaje de las ondas mecánicas.

Finalmente en el cuarto capítulo se detalla la guía didáctica con el uso de “PhET” para contribuir con el aprendizaje de las ondas mecánicas para estudiantes de Tercero de Bachillerato de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”. En la guía se establece los objetivos educativos, procedimientos y planificación que contiene actividades construidas entorno al simulador “PhET (Ondas: Intro)” con el fin de identificar las interacciones entre amplitud y frecuencia y como estos parámetros modifican el comportamiento de una mecánica. A partir de esta información se puede establecer una relación entre los parámetros establecidos con la longitud y velocidad de una onda mecánica. Finalmente se establece una rúbrica de evaluación para determinar la efectividad de la guía didáctica.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Formulación del problema

El proceso de aprendizaje de la Física, al igual que en otras ciencias, se enfrenta a ciertas dificultades que están relacionadas con la comprensión de conceptos abstractos y la transformación de éstos en conocimientos concretos. En particular, el estudio de las ondas juega un papel central en la explicación del mundo natural y es la base de gran parte de la tecnología actual. Sin embargo, los estudiantes de bachillerato suelen tener dificultades para comprender este fenómeno físico debido a la naturaleza abstracta de las ondas mecánicas. (Michellini et al, 2007)

Es importante que un plan de estudios de las ondas mecánicas incluya tanto la teoría como la práctica, con especial énfasis en la experimentación y la investigación. La incorporación de recursos audiovisuales y tecnologías innovadoras puede ayudar a los estudiantes a visualizar y comprender mejor estos fenómenos abstractos. De esta manera, se puede fomentar un ambiente de aprendizaje más efectivo y una comprensión más profunda de los conceptos de la Física. Al hacerlo, los estudiantes podrán comprender mejor estos conceptos, desarrollar habilidades y competencias valiosas para su futuro como ingenieros y científicos, y estar mejor preparados para enfrentar los desafíos tecnológicos y científicos del futuro. (Russel et al, 2012)

Sin embargo, se evidencia problemas de aprendizaje de las ondas mecánicas en los estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa "Fray Vicente Solano". A menudo, los estudiantes tienen dificultades para comprender los conceptos fundamentales de este fenómeno, como amplitud, frecuencia y velocidad. Esto se debe a la naturaleza abstracta de estos conceptos, que son difíciles de visualizar y entender sin modelos y analogías adecuadas. Además, muchos estudiantes carecen de experiencia en el análisis de conceptos, lo que limita su capacidad para aplicar los conceptos teóricos en situaciones reales. La falta de recursos didácticos que incluyan el uso de tecnologías y laboratorios virtuales establece la dificultad de los estudiantes para aprender este tema. Por lo que surge las siguientes interrogantes de investigación:

Interrogante general de la investigación:

¿Cuál sería una guía didáctica para laboratorio con el uso de "PhET" para contribuir

con el aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2023-2024?

Subinterrogantes de investigación:

-¿Cuál es la situación actual en el aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2023-2024?

-¿Cuáles son las características de las estrategias didácticas utilizadas en las prácticas de laboratorio para el aprendizaje de ondas mecánicas dirigida a estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2023-2024?

-¿Cómo estaría diseñada una guía didáctica para el laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir con el aprendizaje del espectro electromagnético en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2023-2024?

## **1.2. Objetivos de la Investigación**

### **Objetivo General**

Proponer una guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”

### **Objetivos Específicos**

Diagnosticar la situación actual del aprendizaje de las ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2023-2024

Describir las características de las estrategias didácticas utilizadas en las prácticas de laboratorio para el aprendizaje de ondas mecánicas dirigida a estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2023-2024.

Diseñar una guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2023-2024.

### 1.3. Justificación de la Investigación

La comprensión de las ondas mecánicas juega un papel importante en el entendimiento de nuestro entorno y abre el camino para el estudio de ondas electromagnéticas que conforman un campo importante en el estudio de la Física y de la comprensión integral de la ciencia. Al igual que otros cursos de ciencias, el proceso de estudio de Física incluye conceptos abstractos y algunas dificultades relacionadas con el proceso de convertirlos en aprendizaje concreto. (Michellini et al, 2007)

Dentro del estudio de las ondas mecánicas los estudiantes en bachillerato tienen dificultades para entender este fenómeno físico de manera integral. En especial al analizar ondas de sonido, esto es debido a las características abstractas de estos fenómenos. Al implementar el uso de laboratorios virtuales, se asiste con el gran problema que existe al momento de representar los fenómenos abstractos de las ondas mecánicas. (Russel et al, 2012)

Existe la necesidad de una comprensión integral de las ondas mecánicas. Es indispensable que la educación de la Física está basada en el aprendizaje de los conceptos abstractos a través de un plan de estudio con la implementación de la experimentación e investigación. Además, del uso de modelos y analogías que permita el acercamiento de este fenómeno a los estudiantes. (Constantinos et al, 2010)

El uso de modelos y analogías se establece debido a la limitación de los sentidos humanos para captar la realidad de manera objetiva, como la limitación humana al no poder observar varios fenómenos relacionados con las ondas de sonido. Dentro de este contexto resulta evidente la necesidad del uso de alternativas didácticas como los laboratorios virtuales que permitan el acercamiento del fenómeno a estudiantes de bachillerato, estos instrumentos y herramientas permiten entender y estudiar las ondas mecánicas de mejor manera. (Fritzsche et al, 2022)

Si bien el aprendizaje de ondas mecánicas se fortalece con el uso de herramientas y modelos, es importante recalcar la importancia de una correcta implementación de estos modelos dentro de un plan de estudio correctamente estructurado. La presentación de laboratorios virtuales no aterriza de manera infalible con los problemas de aprendizaje de este fenómeno, tiene que estar acompañado de un plan viable y contextualizado.

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

Para los antecedentes de esta investigación se recopila el aporte de cinco investigaciones de posgrado y publicadas en revistas. Se procede a analizar cada estudio, su objetivo, metodología de investigación, conclusiones más importantes. Y posteriormente se extrae el aporte metodológico de cada estudio para la presente investigación.

Se presenta el estudio realizado por Rodrigues de Oliveira y Castanheira da Silva publicado en el año 2022, titulado, “Animación de ondas electromagnéticas planas en el vacío usando el software winplot: una experiencia de enseñanza”, este es un estudio publicado en la revista “Multidisciplinary Sciences Reports”. El objetivo de la investigación es el uso del Software WinPlot para contribuir con el aprendizaje del electromagnetismo en estudiantes de física.

Para esto, se utilizó el software Winplot para crear una animación de ondas electromagnéticas planas en el vacío para una clase de 18 estudiantes de física de pregrado en la Universidad Federal de Acre, campus de Rio Branco en Brasil. La actividad se llevó a cabo en un laboratorio de computación y se guio con instrucciones detalladas. Los resultados fueron positivos, con más del 60,0% de los participantes respondiendo correctamente a cuatro de cada seis preguntas de investigación. Los comentarios de los estudiantes sobre la actividad también fueron positivos, con el 88,9% considerándola un método eficaz para visualizar la propagación de las ondas electromagnéticas y el 77,0% calificándola como excelente o buena.

En este estudio, los estudiantes de física pudieron visualizar la propagación de las ondas planas en un vacío utilizando el software Winplot. La actividad se llevó a cabo utilizando preguntas de investigación. Este estudio sugiere que el uso del software Winplot es una alternativa viable para mejorar la enseñanza de la propagación de las ondas electromagnéticas, que se puede utilizar en la escuela secundaria y la educación superior. El aporte metodológico de este estudio es el uso de un software interactivo guiado con preguntas de investigación que permiten el desarrollo de una guía didáctica con la inclusión de investigación orientada que contribuya al aprendizaje significativo de las ondas mecánicas.

El siguiente estudio es publicado por Ukoh en el año 2022, titulado, “Enseñar

electromagnetismo utilizando una estrategia de instrucción de invención interactiva y el resultado de aprendizaje de los estudiantes de secundaria”. Es un estudio publicado en la revista “Momentum: Physics Education Journal” y el objetivo es investigar la eficacia de una estrategia de instrucción de invención interactiva sobre los resultados de aprendizaje de los estudiantes de física de secundaria superior II (SSII) en Nigeria.

El estudio utilizó un diseño cuasiexperimental de grupo de control de pretest y postest con 125 estudiantes de tres escuelas seleccionadas al azar. Se enseñaron a dos grupos experimentales utilizando la estrategia de instrucción de invención interactiva, con un grupo trabajando individualmente y el otro trabajando en grupos de cinco, mientras que un grupo de control se enseñaba convencionalmente. Los datos se recopilaron a través de hojas de trabajo de logros de física y entrevistas en clase.

Los resultados mostraron que los estudiantes de los grupos experimentales tenían una mejor comprensión de los conceptos en comparación con los del grupo de control. Además, los estudiantes de los grupos experimentales informaron que disfrutaban de la experiencia de aprendizaje y preferían los materiales de instrucción que podían manipular para observar los conceptos por sí mismos.

Este estudio determina que la estrategia de invención interactiva es una forma efectiva de mejorar el aprendizaje de los estudiantes de los conceptos electromagnéticos, especialmente cuando se utiliza en el trabajo en grupo en lugar del trabajo individual. El aporte metodológico de este estudio es el uso de estrategias de aprendizaje que involucren activamente a los estudiantes, como la estrategia de instrucción de la invención interactiva junto con el trabajo en grupo.

El próximo estudio, titulado, “Uso de la tecnología de educación física como laboratorio virtual en el aprendizaje de ondas y sonidos”, es realizado por Maulidah y Prima en el año 2018, fue publicado en la revista “Journal of Science Learning”. El objetivo de este estudio es investigar la eficacia del uso de la Tecnología de Educación en Física (PhET) como un laboratorio virtual para contribuir con el aprendizaje de ondas y sonido. El estudio analizó la implementación de la actividad estudiantil de "olas en una cuerda" como un plan de lecciones, el perfil cognitivo de los estudiantes y el entorno de laboratorio. Se utilizó un método descriptivo con triangulación metodológica como diseño de investigación, con estudiantes de grado 8 de una escuela internacional en Bandung seleccionados como muestra.

El análisis mostró que la actividad de "ondas en una cuerda" podría adoptarse como un

plan de lección, pero se hicieron varias recomendaciones para mejorarla, como cambiar las oraciones en la tabla de datos y agregar instrucciones claras para medir la altura y la longitud de onda de las ondas.

El estudio concluye que la alternativa didáctica podría adoptarse como un plan de lecciones, pero es necesario mejorar ciertos aspectos. En la Parte A, se necesitaban cambios en la tabla de datos y la obtención de actividad de datos para facilitar la comprensión de los estudiantes. En la Parte B, se necesitaban instrucciones claras para medir la longitud de onda con una regla, y la imagen utilizada para obtener datos era necesaria para coincidir con la configuración instruida de la simulación. En la Parte C, se requería instrucción para hacer la sesión de práctica con el profesor y asegurarse de que el punto de partida para contar la onda fuera similar en cada ensayo.

El uso de la Tecnología de Educación en Física (PhET) como laboratorio virtual en ondas de aprendizaje y sonidos mostró resultados favorables tanto en el aspecto cognitivo como en el entorno del laboratorio científico. El aporte metodológico de este estudio es el uso de la plataforma “PhET” como una alternativa didáctica para contribuir con aprendizaje de las ondas mecánicas.

El cuarto estudio es desarrollado por Serrano, Martínez y Clavijo, publicado en el año 2022, titulado, “Laboratorios remotos y virtuales: recursos para la educación en Física” y publicado en la revista de “Ingeniería y Ciencias Aplicadas (RevICAp)”. El objetivo de este estudio es seleccionar y caracterizar laboratorios remotos y laboratorios virtuales para ser empleados durante el cursado de Física II en el año 2020, y describir las valoraciones de los estudiantes respecto a su uso al finalizar ese curso.

Este estudio presenta un estudio exploratorio y descriptivo sobre el uso y la valoración de laboratorios remotos y virtuales en la educación de Física en situaciones de educación a distancia. Se evaluó los 90 estudiantes que cursaron Física II en carreras de Ingeniería en el segundo semestre 2020 con modalidad virtual, utilizando recursos de la plataforma Moodle y clases sincrónicas por Google Meet, realizaron 3 experiencias de laboratorio remoto y 6 de laboratorio virtual. Para ello, se llevó a cabo una metodología que incluyó la búsqueda, selección y aplicación de estos recursos en el aula, así como la implementación de un cuestionario para evaluar la propuesta. De la gran variedad de recursos disponibles, solo se seleccionaron aquellos que se adaptaron a los criterios de selección, que consideraron los

contenidos disciplinares y el nivel de educación universitario.

Tanto los laboratorios remotos como los laboratorios virtuales son herramientas útiles para apoyar el aprendizaje de los estudiantes de física, ya sea en cursos presenciales, mixtos o durante períodos de aislamiento, como los experimentados durante la pandemia de COVID-19. La mediación del docente es esencial para guiar a los estudiantes en el uso efectivo de estos recursos, especialmente en condiciones de no presencialidad.

Los docentes universitarios que han investigado y valorado el uso de laboratorios virtuales y remotos pueden utilizar este conocimiento para mejorar el aprendizaje en futuros cursos. Los recursos seleccionados, junto con guías didácticas, fueron valorados positivamente por los estudiantes. El aporte metodológico de este estudio es el desarrollo de actividades con el uso de laboratorios virtuales que puedan ser desarrolladas sincrónica y asincrónicamente.

El último antecedente es elaborado por Culzoni, Lescano, Demichelis y Bircher. El título del estudio es “Propuesta didáctica para la enseñanza de electromagnetismo basada en competencias”, fue publicado en el año 2020 en la revista de la “Enseñanza de la Física”. El objetivo del estudio es crear y evaluar una propuesta de enseñanza centrada en la educación por competencias para el aprendizaje del electromagnetismo en la cátedra de física II en carreras de Ingeniería Civil, Electromecánica e Industrial en la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional.

Para este estudio se diseñaron actividades de trabajo colaborativo basadas en competencias y se evaluó a los estudiantes de física dos mediante rúbricas y encuestas. Se impartieron clases teórico-prácticas, seguidas de una actividad experimental basada en competencias que sustituyó a dos prácticas de laboratorio tradicionales. Se asignaron aleatoriamente cuatro problemas a los 13 grupos de estudiantes existentes para llevar a cabo las prácticas de laboratorio. Los resultados fueron alentadores y mostraron el interés de los estudiantes por este tipo de metodología.

En el estudio se diseñó una propuesta didáctica basada en la educación por competencias que permitió a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos en la construcción de dispositivos concretos. La actividad fomentó el desarrollo de competencias sociales y específicas de la asignatura y de la ingeniería, así como el aprendizaje interdisciplinario. Los resultados fueron evidentes en los informes escritos y exposiciones orales de los estudiantes y se buscó promover el desarrollo de competencias para el Desarrollo

Humano Integral. El aporte metodológico de este estudio es el desarrollo de una propuesta didáctica enfocada en la educación en competencias para contribuir con el aprendizaje de las ondas mecánicas.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Aprendizaje de la Física**

El estudio de la física va más allá de la memorización y abarca complejas dimensiones epistemológicas y cognitivas. En este estudio se profundiza en los fundamentos epistemológicos de constructivismo y constructivismo social, y los procesos cognitivos que dan forma a la adquisición e internalización del conocimiento de Física. Al entrelazar las teorías epistemológicas, el desarrollo cognitivo y las consideraciones educativas, se establece la naturaleza multifacética de la educación de la Física.

El constructivismo enfatiza la construcción de conocimiento positivo, reflejando la evolución de la física desde las ideas intuitivas hasta las teorías formales. El constructivismo social abraza también el aprendizaje colaborativo y refleja la búsqueda conjunta de la comprensión de la física a través del discurso científico. El constructivismo y el constructivismo social sirven como una base filosófica que explica una de las formas en que los estudiantes adquieren e interiorizan sus conocimientos de Física. (Vygotsky, 1978)

El constructivismo asume que los estudiantes son participantes activos en la construcción de conocimiento basado en su propia experiencia. Esta teoría resuena profundamente con el progreso de la cognición en el aprendizaje de la Física. Las ideas preconcebidas y las ideas intuitivas del alumno a menudo chocan con los conceptos formales de Física, lo que lleva a un conflicto cognitivo. El constructivismo reconoce este conflicto como un catalizador para la reconstrucción cognitiva en la que los estudiantes adaptan los modelos mentales para responder a la nueva información. (Tiberghien, et al. 1994)

Guiados por los principios del constructivismo, los educadores pueden proporcionar una guía adecuada para apoyar a los estudiantes en su viaje, desde ideas intuitivas hasta marcos conceptuales complejos. El concepto de una zona de desarrollo proximal enfatiza la importancia de tareas desafiantes pero alcanzables para promover el crecimiento cognitivo.

Una estrategia que funciona en armonía con el constructivismo es el aprendizaje basado en la investigación, donde los estudiantes exploran activamente los fenómenos, hacen preguntas y participan en investigaciones prácticas. Este enfoque refleja el proceso de construcción del conocimiento científico a través de la experimentación y la observación. (Redish, 2004)

El constructivismo social extiende el constructivismo haciendo hincapié en los aspectos sociales del aprendizaje. Los estudiantes no solo construyen conocimiento individualmente, sino que también construyen conjuntamente la comprensión a través de la interacción con compañeros y expertos. (Vygotsky, 1978)

La Física a menudo se persigue a través del discurso científico, y las teorías se discuten, critican y refinan. El constructivismo social refleja este proceso al enfatizar la importancia de la discusión y la resolución conjunta de problemas en el aprendizaje de la Física. La influencia de los factores culturales y contextuales en la construcción del conocimiento es reconocida por el constructivismo social. En el contexto de la Física, esto significa admitir que las diferentes perspectivas culturales pueden enriquecer la comprensión de los fenómenos físicos.

Dentro del desarrollo de ciencia se observa estos principios del constructivismo social, ya sea un aula o un entorno de investigación. Los estudiantes se convierten en miembros activos de una comunidad que comparte objetivos, valores y conocimientos comunes, promoviendo un compromiso y un aprendizaje más profundos.

La integración del constructivismo y el constructivismo social en la educación Física representa un enfoque transformador en línea con la naturaleza colaborativa del progreso cognitivo y la exploración científica de los estudiantes. Al aceptar estas teorías, los educadores pueden fomentar una comprensión conceptual profunda, desarrollar el pensamiento crítico y crear un entorno que permita a los estudiantes participar activamente en la construcción del conocimiento de Física. (Hammer & Elby, 2002)

El aprendizaje de la Física implica un cambio cognitivo de una idea intuitiva a un marco conceptual estructurado. Las ideas intuitivas a menudo encuentran conflictos con los conceptos formales de la Física basados en la experiencia cotidiana. La reconstrucción cognitiva se produce cuando los estudiantes asimilan nueva información y la alojan dentro de los modelos mentales existentes. Surge un marco conceptual que integra el formalismo matemático, la

evidencia empírica y los principios abstractos para promover la predicción y la explicación precisas. (Tiberghien, et al. 1994)

Los experimentos promueven el aprendizaje activo al proporcionar experiencias concretas y unir conceptos abstractos y observaciones concretas. La verificación empírica es exclusiva del método científico y promueve el pensamiento crítico y la prueba de hipótesis. El aprendizaje experimental es consistente con la teoría del constructivismo y permite a los estudiantes desarrollar conocimiento a través de la participación directa.

El aprendizaje basado en la investigación invoca el constructivismo y alienta a los estudiantes a construir conocimiento a través de la exploración y las preguntas. El aprendizaje colaborativo resuena con el constructivismo social y refleja la naturaleza comunal de la investigación en Física. Reconocer la etapa cognitiva ayuda en el diseño de un plan de estudios que apoye la orientación de los procesos de aprendizaje y el progreso conceptual. (Gok, 2018)

La relación entre la teoría epistemológica y el desarrollo cognitivo apoya el aprendizaje efectivo de la Física. La exploración del constructivismo y el constructivismo social hace hincapié en la naturaleza empírica de la educación de la Física, junto con la reconstrucción cognitiva, la experimentación e investigación. Al unificar estas dimensiones, los educadores pueden diseñar intervenciones que fomenten experiencias de aprendizaje de Física significativas y duraderas.

### **2.1.1. Fundamentos teóricos de las ondas mecánicas**

Las ondas mecánicas son oscilaciones de la materia que requieren un medio para propagarse y transferir energía. Su estudio se basa en la conservación de la energía y se enfoca en las ecuaciones de onda como representaciones matemáticas clave. Las ondas mecánicas emergen como perturbaciones dinámicas que propagan energía sin causar desplazamientos significativos de partículas.

Las ecuaciones de onda establecen relaciones entre desplazamiento, tiempo y coordenadas espaciales en función de la velocidad de la onda ( $v$ ). Para ondas unidimensionales en el eje  $X$ , la ecuación es:  $(\partial^2 u / \partial x^2) = (1/v^2)(\partial^2 u / \partial t^2)$ , donde " $u$ " es el desplazamiento, " $x$ " la posición y " $t$ " el tiempo. Las características clave definen el comportamiento de las ondas mecánicas son: longitud de onda ( $\lambda$ ) es la distancia entre puntos consecutivos de la onda, inversamente proporcional a la frecuencia ( $f$ ) y relacionada por  $v = f\lambda$ . La frecuencia ( $f$ ) es el

número de vibraciones por unidad de tiempo, medida en hercios (Hz). La amplitud (A) es la máxima distancia de una partícula respecto a su posición de equilibrio durante la onda. (Britannica, 2023)

Las ondas mecánicas pueden ser transversales (partículas se mueven verticalmente, ej. ondas de agua) o longitudinales (partículas se mueven paralelamente a la dirección de la onda, ej. ondas sonoras). La interferencia ocurre cuando varias ondas interactúan: constructiva cuando crestas coinciden y destructiva cuando crestas coinciden con valles. Reflexión (rebotar y reflejar) y refracción (cambio de dirección debido a cambios de velocidad) son comportamientos fundamentales de las ondas en interfaces entre medios. (BBC, 2021)

Para la comprensión de este fenómeno es indispensable una comprensión de conceptos de las ondas como es la frecuencia, amplitud, velocidad y longitud de onda, una comprensión de estos conceptos permite una asimilación integral del fenómeno.

Las ondas mecánicas son oscilaciones que transmiten energía a través de un medio. Se basan en ecuaciones de onda que capturan su propagación y están definidas por características como longitud de onda, frecuencia, amplitud. Pueden ser transversales o longitudinales y exhiben fenómenos de interferencia, reflexión y refracción en interfaces.

### **2.1.2. Uso de “PhET” el aprendizaje de las ondas mecánicas.**

El uso de la simulación de “PhET” en el aprendizaje de ondas mecánicas se basa en teorías educativas y mejores prácticas para una educación científica efectiva. Se presentan algunos fundamentos teóricos que apoyan el uso de la simulación de “PhET” en este contexto. Las simulaciones de “PhET” son coherentes con las teorías constructivistas que destacan cómo los estudiantes construyen su comprensión a través de la interacción activa con los materiales de aprendizaje.

Al permitir a los estudiantes ajustar parámetros, observar resultados y sacar conclusiones de las simulaciones, “PhET” fomenta el aprendizaje experiencial y la comprensión profunda de las ondas mecánicas. Además, la expresión visual desempeña un rol crucial en la comprensión de conceptos abstractos como las ondas mecánicas. Las simulaciones de “PhET” ofrecen una visualización dinámica que permite a los estudiantes observar el comportamiento de las ondas en tiempo real. (Pfefferová, 2015)

Las simulaciones de “PhET” están diseñadas para manejar eficazmente la carga cognitiva. Presentan información de manera progresiva, permitiendo a los estudiantes concentrarse en aspectos específicos antes de abordar interacciones más complejas. Esta aproximación evita la sobrecarga cognitiva y respalda una comprensión más sólida del comportamiento de las ondas complejas. El aprendizaje rara vez ocurre de manera individual, a menudo se desarrolla en entornos sociales y colaborativos. Las simulaciones de “PhET” pueden ser empleadas en contextos de grupo para fomentar discusiones y colaboración entre compañeros. Esta interacción social ayuda a los estudiantes a clarificar su comprensión, aprender de sus pares y refinar sus modelos mentales de fenómenos de ondas. (PhET Interactive Simulations, 2023)

Al presentar modelos simplificados de sistemas complejos las simulaciones de “PhET” ayudan a los estudiantes a desarrollar modelos mentales de cómo funcionan las ondas mecánicas. Estos modelos mentales pueden ser ajustados y refinados en función de observaciones y experimentos en la simulación. Además, permiten a los estudiantes emular tipos de experimentos basados métodos que los científicos realizan para investigar fenómenos de ondas. Al alentar a los estudiantes a formular preguntas del tipo "qué pasaría si" y a probar hipótesis, la simulación estimula la curiosidad y una comprensión más profunda del proceso científico. (Pfefferová, 2015)

Al incorporar la simulación de “PhET” en el aprendizaje de ondas mecánicas, se aprovechan estas teorías educativas para crear una experiencia significativa y efectiva. Mediante la participación en la simulación, los estudiantes desarrollan su comprensión, refinan modelos mentales y obtienen una perspectiva más profunda de la complejidad de los fenómenos de las ondas mecánicas.

La simulación específica de “PhET” que incorpora todos los principios mencionados que caracterizan estas simulaciones y que aborda la experimentación con ondas mecánicas es la llamada “Ondas:Intro”, esta simulación permite interactuar con los parámetros de frecuencia y amplitud de una onda mecánica, permitiendo a los estudiantes identificar los cambios que se producen en la onda al interactuar con estos parámetros. Gracias a este simulador virtual los estudiantes pueden identificar como la frecuencia y amplitud afecta las características de una onda, y adicionalmente medir la velocidad y longitud de una onda mecánica.

### 2.3. Bases Legales

El uso de tecnología en la enseñanza de la ciencia puede proporcionar a los estudiantes una comprensión más sólida de los conceptos científicos al permitirles visualizar cómo estos se aplican en situaciones del mundo real. Además, incorporar tecnología en la educación científica puede presentar una alternativa económica y eficiente, evitando la necesidad de utilizar equipos costosos o peligrosos (Unesco, 2021).

En el Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria del Ecuador se establece los objetivos de aprendizaje y destrezas que se espera que los estudiantes alcancen al finalizar su etapa educativa. Este currículo establece como uno de sus objetivos el desarrollar el pensamiento científico para fomentar la curiosidad, el análisis crítico, y la comprensión y valoración del entorno natural (Ref. OG.CN.1). Y según el criterio de evaluación CE.CN.F.5.15, también se determina que el estudiante debe comprender las propiedades y fenómenos de las ondas. (MINEDUC, 2016)

En el Artículo 33 de la legislación sobre la transformación digital de las mallas curriculares, se destaca la promoción de la educación y la alfabetización digital en todos los niveles del Sistema Nacional de Educación. Esta iniciativa tiene como objetivo equipar a los estudiantes con las habilidades y capacidades digitales necesarias para adaptarse a las nuevas tecnologías, en consonancia con el proceso de transformación digital. Para lograrlo, el ente rector de transformación digital, en coordinación con el ente rector de educación, emitirá las políticas, planes, programas y proyectos pertinentes. (MINEDUC, 2016)

Así también, en la Ley Orgánica de Educación Intercultural, en su artículo 43, literal j, se establece la responsabilidad del Estado de fomentar el desarrollo de habilidades digitales y permitir la incorporación y uso de tecnologías de la información y comunicación en todos los niveles educativos y formativos, así como en todas las partes de la población. El propósito detrás de esta iniciativa es facilitar la conexión entre el proceso de enseñanza y las actividades productivas y sociales. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2011)

Las leyes mundiales y ecuatorianas respaldan la integración de tecnología en la educación científica. Esta integración no solo puede mejorar la comprensión de las ondas mecánicas, sino también fortalecer las habilidades digitales de los estudiantes y su adaptación a las demandas cambiantes de la sociedad digital.



## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo de Investigación**

La investigación presente es de tipo proyectiva, ya que el objetivo es proponer una guía didáctica con el uso de “PhET” para contribuir con el aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”. Según Hernandez, et al (2010), la investigación proyectiva se enfoca en proyectar posibles soluciones y estrategias para mejorar la calidad educativa en un determinado contexto.

### **3.2. Diseño de Investigación**

El diseño establecido en esta investigación es una de campo. El objetivo principal es recopilar datos en un entorno educativo natural, para entender y describir el fenómeno estudiado. Por tanto, se emplea un estudio con nivel descriptivo y comprensivo, que permite analizar y describir el comportamiento de la población estudiada en detalle. (Hernández, et al. 2010)

### **3.3. Unidades de Estudio**

#### **3.3.1. Población y Muestra**

La Población de este estudio está integrada por 62 estudiantes de tercero de BGU. Para el desarrollo metodológico de esta investigación, toda la población es considerada dentro de la recolección y análisis de datos.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Se establece un enfoque cuantitativo con un diseño descriptivo y correlacional, por lo que es necesario técnicas de recolección de datos, como encuestas o cuestionarios de carácter cerrado, para recopilar información relevante sobre los estudiantes en estudio. Para garantizar la validez y fiabilidad de los datos, se lleva a cabo diferentes estrategias metodológicas, la definición clara de las variables a medir y la aplicación rigurosa de las técnicas de análisis estadístico. (Hurtado, 2012)

### **3.5. Técnica de Análisis de Datos**

Una vez recopilados los datos, se utiliza la estadística descriptiva, con la ayuda del

software Excel, para analizar la información. De esta manera, se puede obtener una visión clara y detallada de las características de los estudiantes en estudio y de los factores que pueden influir en el rendimiento académico. (Hurtado, 2012)

### 3.6. Operacionalización de Variables

Tabla de Operacionalización de Variables

Objetivos Específicos	Variables	Definiciones nominales	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Ítem/Preguntas
1.-Diagnosticar la situación actual del aprendizaje de las ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2022-2023.	Situación actual del aprendizaje de ondas mecánicas	El aprendizaje de ondas mecánicas se refiere al proceso de adquisición de conocimientos, habilidades y comprensión de las ondas que se propagan a través de medios materiales, como las ondas sonoras, las ondas de superficie de agua y las ondas sísmicas. Las ondas mecánicas se caracterizan por la transferencia de energía a través del medio material, y las partículas del medio vibran en una dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda.	Aprendizaje conceptual	Entendimiento de conceptos básicos	ENCUESTA	1
			rendizaje procedimental	Comprensión de tipos de ondas mecánicas		2
			Aprendizaje Actitudinal (metacognitivo)	Aplicaciones de las ondas mecánicas		3
			Importancia del aprendizaje de ondas mecánicas	4		
2.- Describir las características de las estrategias didácticas utilizadas en las prácticas de laboratorio para el aprendizaje de ondas mecánicas dirigida a estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2022-2023.	Características de las estrategias didácticas utilizadas en las prácticas de laboratorio para el aprendizaje de ondas mecánicas	Las estrategias didácticas utilizadas en la práctica de laboratorio para aprender las ondas mecánicas deben tener un enfoque práctico que permita a los estudiantes interactuar con conceptos y fenómenos relacionados con las ondas mecánicas a través de la realización de experimentos y actividades. Estas estrategias deben incluir un diseño experimental que permita a los estudiantes planificar y ejecutar experimentos y analizar e informar sobre los resultados. También puede utilizar tecnología avanzada, promover el aprendizaje colaborativo e incluir la evaluación formativa y la teoría y la práctica.	Dimensión pedagógica	Diseño de experiencias de aprendizaje		5
			Selección y adaptación de materiales y recursos	6		
			Reflexión y análisis	7		
			Evaluación	8		
			Dimensión tecnológica	Uso de herramientas y recursos digitales		9
Conocimiento de laboratorios virtuales	10					
Competencia digital	11					

3.- Diseñar una guía didáctica para laboratorio con el uso de PhET para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2022-2023.	Guía didáctica con el uso de PhET para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas.	PhET es un proyecto interactivo gratuito de simulación de matemáticas y ciencias en la Universidad de Colorado. Crea simulaciones basadas en una extensa investigación educativa y atrae a los estudiantes a través de un entorno intuitivo y lúdico que los estudiantes aprenden a través de la exploración. Las simulaciones de PhET se desarrollan para ayudar a los estudiantes a participar en las ciencias y las matemáticas. Están diseñados de forma flexible para ser utilizados como demostración de conferencia, laboratorio o actividad de tarea.	Planificación	Justificación	<b>12</b>
				Objetivos	<b>13</b>
				Actividades	<b>14</b>
			Procesos	Recursos	<b>15</b>
				Contenidos	<b>16</b>
		Seguimiento (Evaluación)	Instrumentos de evaluación.	<b>17</b>	

### 3.7. Presentación y Análisis de Datos

A continuación, se realiza la presentación y el análisis de datos. La encuesta se aplicó a una población de estudio de 62 estudiantes de Tercero de BGU de la Unidad Educativa Fiscal “Fray Vicente Solano”. Este cuestionario contiene 17 preguntas, distribuidas 8 dimensiones y 3 variables de estudio las cuales son:

1. Situación actual del aprendizaje de ondas mecánicas
2. Características de las estrategias didácticas utilizadas en las prácticas de laboratorio para el aprendizaje de ondas mecánicas
3. Guía didáctica con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas.

Al finalizar la aplicación del cuestionario, se realiza un análisis y descripción de cada ítem y posteriormente un análisis conclusivo por variable que permite valorar la viabilidad del diseño de una propuesta didáctica con el uso de “PhET” para contribuir con el aprendizaje de ondas mecánicas.

#### 3.7.1. Situación actual del aprendizaje de las ondas mecánicas

3.7.1.1. ¿Tiene usted un buen entendimiento de los conceptos básicos relacionados con las ondas mecánicas?

Entendimiento de los conceptos básicos				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	1	0,02	1,61	1,61
De acuerdo	5	0,08	8,06	9,68
Neutral	10	0,16	16,13	25,81
En desacuerdo	45	0,73	72,58	98,39
Totalmente en desacuerdo	1	0,02	1,61	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 1: Entendimiento de los conceptos básicos

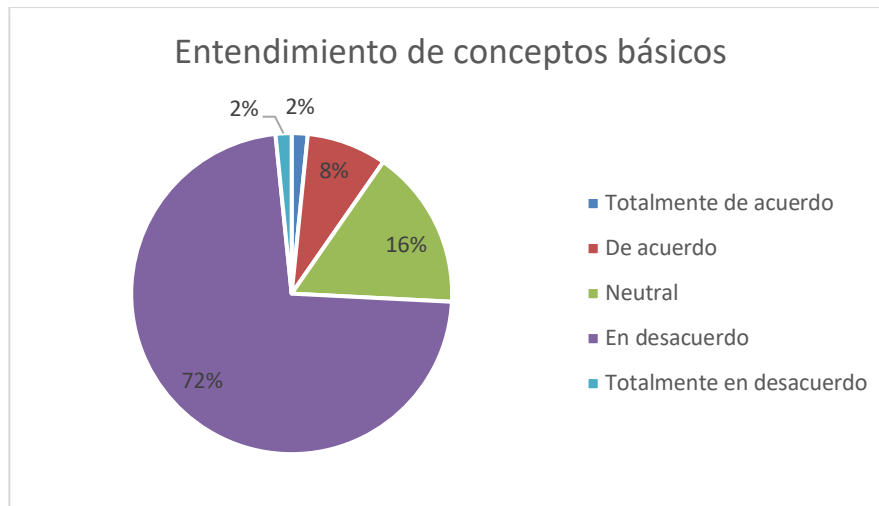


Figura 1: Entendimiento de los conceptos básicos

La 74,19% de los encuestados dijeron estar en desacuerdo con tener una buena comprensión de los conceptos básicos relacionados con las ondas mecánicas. El 16,13 % de los encuestados expresan neutralidad. El 9,68% de los encuestados indicaron que están totalmente de acuerdo o de acuerdo con tener una buena comprensión de los conceptos básicos de ondas mecánicas.

Sobre la base de estos resultados, podemos concluir que la mayoría de los encuestados sienten que no entienden los conceptos básicos relacionados con las ondas mecánicas, esto sugiere que la mayoría de los encuestados no se sienten completamente cómodos o confiados en su conocimiento de este tema.

### 3.7.1.2. ¿Comprende los diferentes tipos de ondas mecánicas, como las ondas longitudinales y las ondas transversales?

Comprensión de los tipos de ondas mecánicas				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	2	0,03	3,23	3,23
De acuerdo	4	0,06	6,45	9,68
Neutral	19	0,31	30,65	40,32
En desacuerdo	25	0,40	40,32	80,65
Totalmente en desacuerdo	12	0,19	19,35	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 2: Comprensión de los tipos de ondas mecánicas

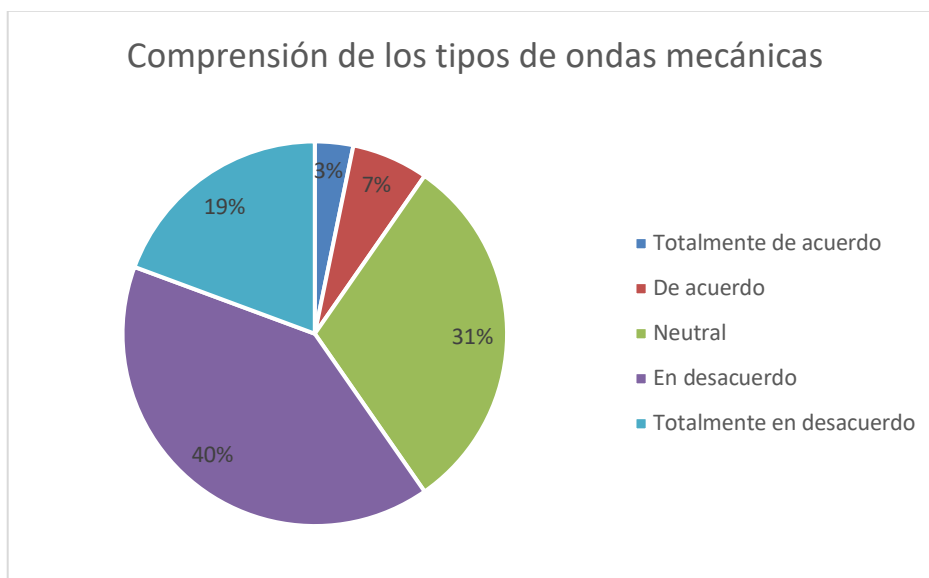


Figura 2: Comprensión de los tipos de ondas mecánicas

El 59,67% de los encuestados expresaron no tener una comprensión de los diferentes tipos de ondas mecánicas, como las longitudinales y las ondas transversales. El 30,65% de los encuestados demostraron una posición neutral con respecto al tema. Solo el 9,68% de los encuestados expusieron tener una comprensión de los diferentes tipos de ondas mecánicas.

Con el antecedente de estos resultados se puede concluir que la mayoría de los estudiantes están en desacuerdo con comprender los diferentes tipos de ondas mecánicas, como las ondas longitudinales y las ondas transversales.

3.7.1.3. ¿Puede identificar aplicaciones prácticas de las ondas mecánicas en situaciones de la vida real, como la detección de ultrasonidos en medicina y la transmisión de sonido a través del aire?

Comprensión de las aplicaciones de las ondas mecánicas				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	5	0,08	8,06	8,06
De acuerdo	9	0,15	14,52	22,58
Neutral	16	0,26	25,81	48,39
En desacuerdo	13	0,21	20,97	69,35
Totalmente en desacuerdo	19	0,31	30,65	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 3: Comprensión de las aplicaciones de las ondas mecánicas

### Comprensión de las aplicaciones de las ondas mecánicas

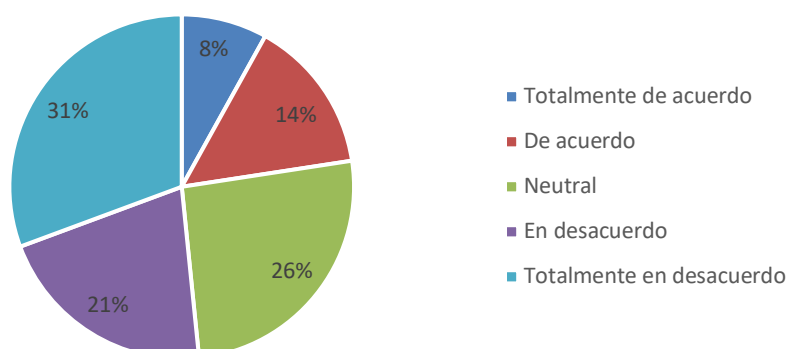


Figura 3: Comprensión de las aplicaciones de las ondas mecánicas

Los resultados revelan que el 51,62% de los encuestados están desacuerdo con poder identificar las aplicaciones prácticas de las ondas mecánicas en situaciones de la vida cotidiana. El 25,81% se mantiene neutral con respecto al pregunta. Y el 23,58% de los encuestados expresan estar de acuerdo con poder identificar las aplicaciones prácticas de las ondas mecánicas. Estos resultados dan a conocer que la mayoría de los encuestados carecen de conocimientos sobre el tema.

3.7.1.4. ¿Considera que el aprendizaje de ondas mecánicas es importante para su formación académica y futuras oportunidades profesionales?

Valoración de la importancia del aprendizaje de ondas mecánicas				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	9	0,15	14,52	14,52
De acuerdo	33	0,53	53,23	67,74
Neutral	2	0,03	3,23	70,97
En desacuerdo	18	0,29	29,03	100,00
Totalmente en desacuerdo	0	0,00	-	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 4: Valoración de la importancia del aprendizaje de ondas mecánicas

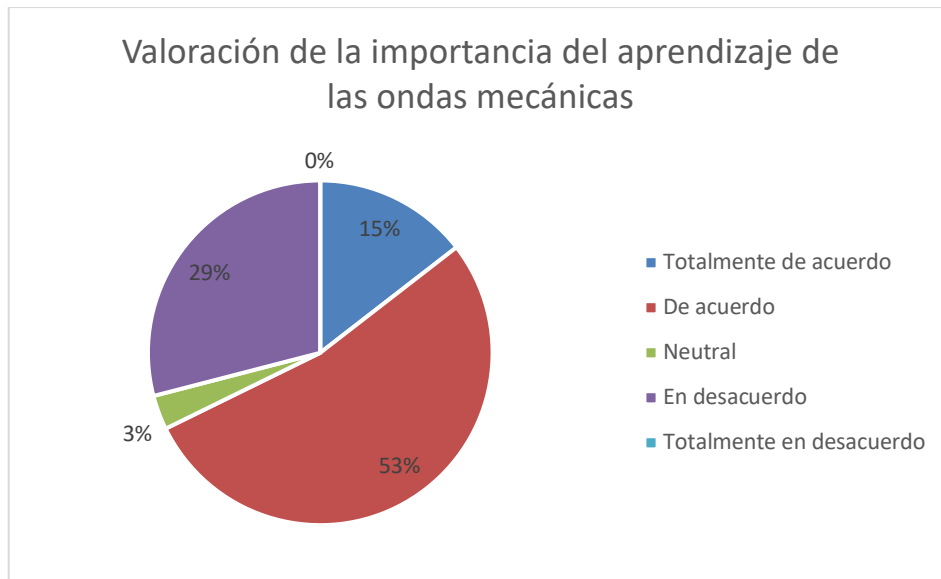


Figura 4: Valoración de la importancia del aprendizaje de ondas mecánicas

El 67,75 de los encuestados están de acuerdo que el aprendizaje de las ondas mecánicas es importante para su formación académica integral. El 3,23% de los encuestados muestran una posición neutral ante la pregunta. Y el 29,03% de los encuestados está en desacuerdo que el aprendizaje de ondas mecánicas es importante para su formación.

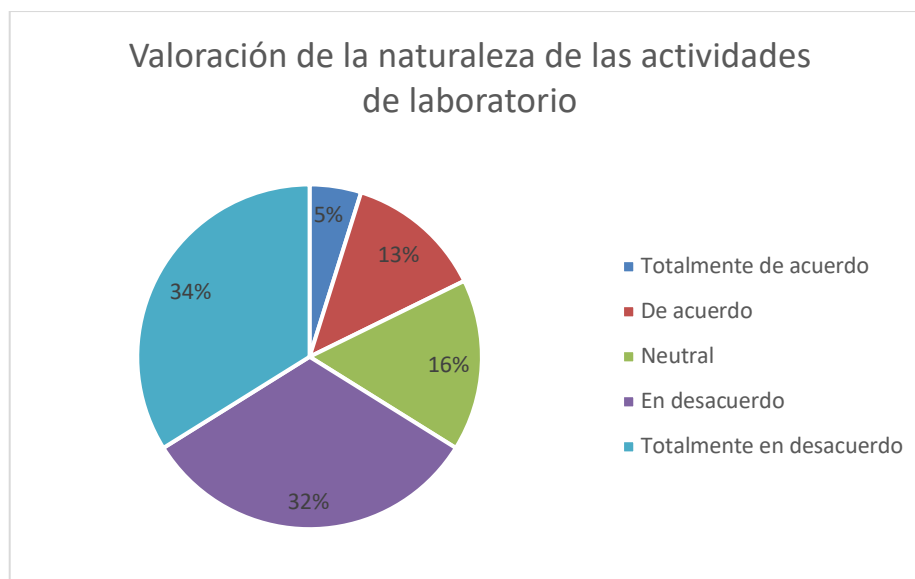
En base a estos resultados se puede afirmar que la mayoría de encuestados consideran que el aprendizaje de ondas mecánicas es importante para su formación académica y futuras oportunidades profesionales.

### 3.7.2. Características de las estrategias didácticas utilizadas en las prácticas de laboratorio para el aprendizaje de ondas mecánicas

3.7.2.1. ¿Se realizan actividades prácticas en el laboratorio para explorar y experimentar con las propiedades y comportamientos de las ondas mecánicas?

Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	3	0,05	4,84	4,84
De acuerdo	8	0,13	12,90	17,74
Neutral	10	0,16	16,13	33,87
En desacuerdo	20	0,32	32,26	66,13
Totalmente en desacuerdo	21	0,34	33,87	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 5: Valoración de la naturaleza de las actividades de laboratorio



*Figura 5: Valoración de la naturaleza de las actividades de laboratorio*

Se evidencia que el 66,13% de los estudiantes encuestados expresan que están en desacuerdo que se realizan actividades prácticas en el laboratorio para explorar y experimentar con las propiedades y comportamientos de las ondas mecánicas. El 16,13% se muestran neutrales ante la cuestión. Y el 17,74% de los estudiantes expresan que están de acuerdo que se realizan actividades prácticas para experimentar las ondas mecánicas.

A partir de los datos presentados se afirma que la mayoría de los estudiantes están en desacuerdo que se realizan prácticas para experimentar con las propiedades y comportamientos de las ondas mecánicas.

3.7.2.2. ¿Se promueve la interacción y colaboración entre los estudiantes en el laboratorio para explorar y comprender las propiedades y comportamientos de las ondas mecánicas?

Valoración de la interacción y colaboración entre los estudiantes				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	0	0,00	-	-
De acuerdo	14	0,23	22,58	22,58
Neutral	9	0,15	14,52	37,10
En desacuerdo	28	0,45	45,16	82,26
Totalmente en desacuerdo	11	0,18	17,74	100,00
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>1,00</b>	<b>100,00</b>	

*Tabla 6: Valoración de la interacción y colaboración entre los estudiantes*

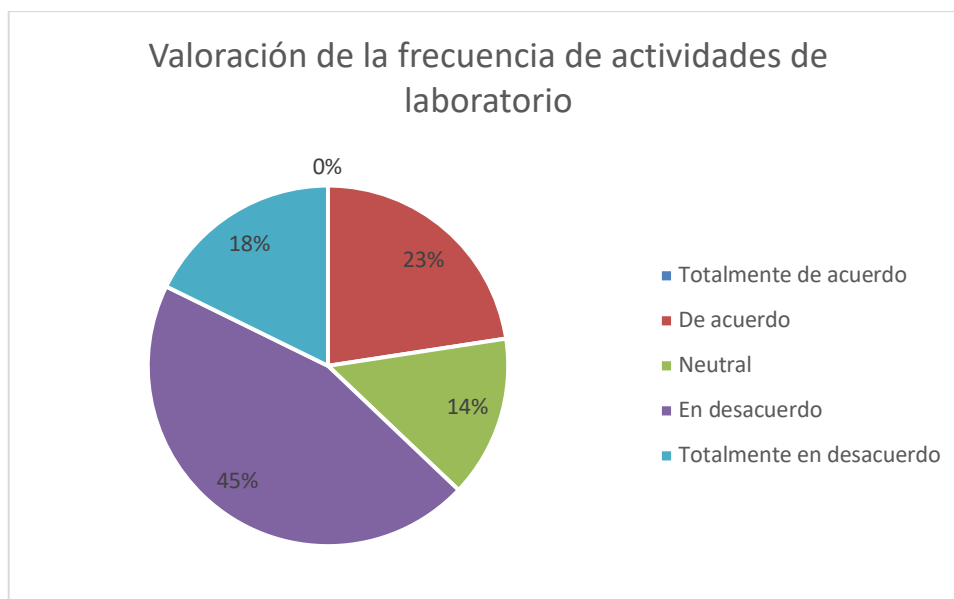


Figura 6: Valoración de la interacción y colaboración entre los estudiantes

Se observa que el 59,68% de los estudiantes encuestados valoran que están en desacuerdo que se promueve la interacción y colaboración entre los estudiantes en el laboratorio para el aprendizaje de las ondas mecánicas. El 14,52% de los encuestados se posicionan neutrales ante la pregunta y solo el 22,58% de los estudiantes encuestados están de acuerdo que se promueve la interacción y colaboración entre los estudiantes en el laboratorio para el aprendizaje de las ondas mecánicas.

Según los resultados se evidencia que la mayoría de los estudiantes están en desacuerdo que se promueve la interacción y colaboración entre los estudiantes en el laboratorio para explorar y comprender las propiedades y comportamientos de las ondas mecánicas.

3.7.2.3. ¿Se promueve la reflexión y análisis que buscan establecer conexiones significativas entre los conocimientos previos y los nuevos conceptos de ondas mecánicas?

Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	0	0,00	-	-
De acuerdo	16	0,26	25,81	25,81
Neutral	11	0,18	17,74	43,55
En desacuerdo	25	0,40	40,32	83,87
Totalmente en desacuerdo	10	0,16	16,13	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 7: Valoración de la reflexión y análisis en la construcción del concepto de ondas mecánicas

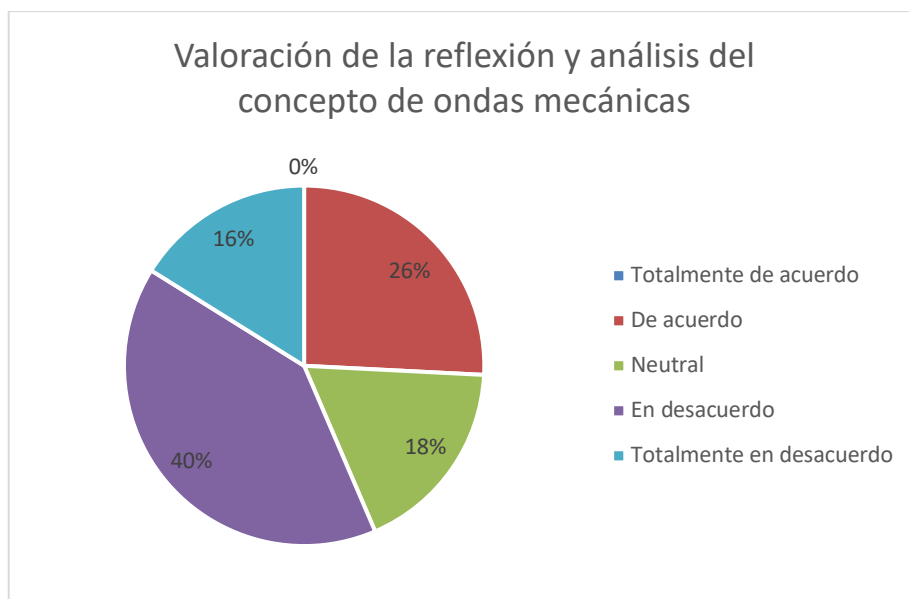


Figura 7: Valoración de la reflexión y análisis en la construcción del concepto de ondas mecánicas

Según la encuesta realizada, se observa que el 56,45% de los estudiantes encuestados están en desacuerdo que se promueve la reflexión y el análisis que buscan relacionar entre conocimientos previos y nuevos de ondas mecánicas. El 17,74 se posiciona de forma neutral con respecto a la pregunta. Solo el 25,81% de los encuestados están de acuerdo que se promueve el análisis para establecer conexiones entre conocimientos previos y nuevos de ondas mecánicas.

Con estos resultados se puede afirmar que la gran mayoría de los encuestados están en desacuerdo que se promueve la reflexión y análisis que buscan establecer conexiones significativas entre los conocimientos previos y los nuevos conceptos de ondas mecánicas.

#### 3.7.2.4. ¿Se emplea una evaluación continua y formativa que brinda retroalimentación y permite un aprendizaje sólido sobre las ondas mecánicas?

Valoración de la evaluación continua y formativa				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	1	0,02	1,61	1,61
De acuerdo	18	0,29	29,03	30,65
Neutral	7	0,11	11,29	41,94
En desacuerdo	32	0,52	51,61	93,55
Totalmente en desacuerdo	4	0,06	6,45	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 8: Valoración de la evaluación continua y formativa

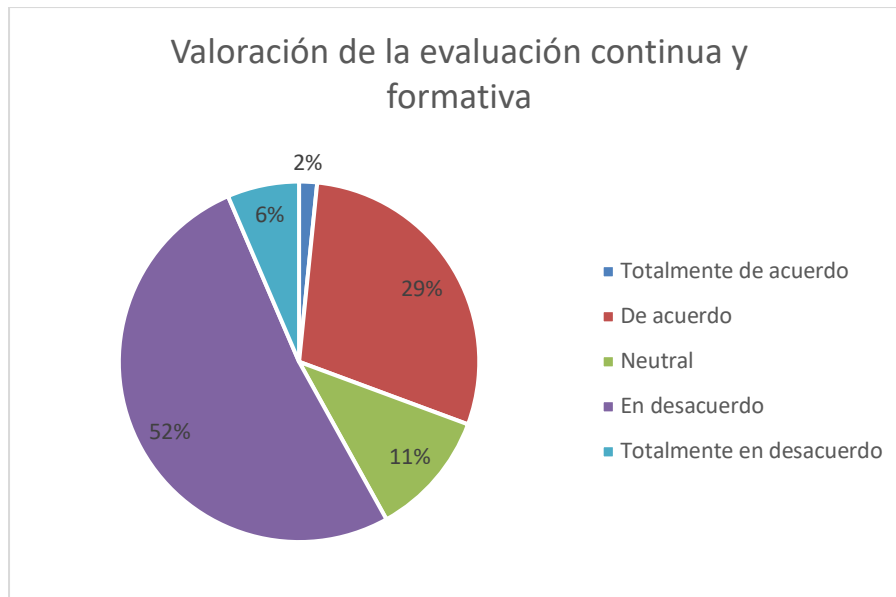


Figura 8: Valoración de la evaluación continua y formativa

A partir de la encuesta realizada se evidencia que el 58,06% de los encuestados están en desacuerdo que se emplea una evaluación continua y formativa que brinda retroalimentación y permite un aprendizaje sólido sobre las ondas mecánicas. El 11,29% se posicionan neutrales ante la pregunta, y solo el 30,64% de los encuestados están de acuerdo que se emplea una evaluación continua y formativa.

A partir de los resultados presentados, se concluye que la gran mayoría de los encuestados están en desacuerdo que se emplea una evaluación continua y formativa que brinda retroalimentación y permite un aprendizaje sólido sobre las ondas mecánicas.

3.7.2.5. ¿Se utiliza una amplia variedad de herramientas y recursos digitales de manera efectiva en el laboratorio de ondas mecánicas?

Valoración del uso de herramientas y recursos digitales				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	2	0,03	3,23	3,23
De acuerdo	16	0,26	25,81	29,03
Neutral	7	0,11	11,29	40,32
En desacuerdo	16	0,26	25,81	66,13
Totalmente en desacuerdo	21	0,34	33,87	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 9: Valoración del uso de herramientas y recursos digitales

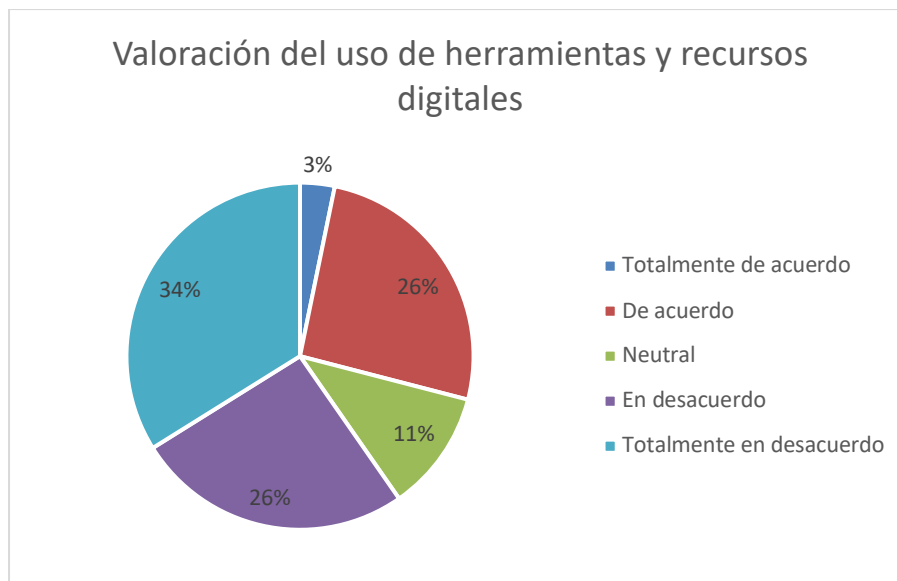


Figura 9: Valoración del uso de herramientas y recursos digitales

Se observa que el 59,68% de los encuestados están en desacuerdo que se utilizan recursos digitales de forma efectiva dentro del laboratorio para el aprendizaje de las ondas mecánicas. El 11,29% de los encuestados se posicionan de manera neutral. Y solo el 29,04% de los encuestados están de acuerdo que se utilizan recursos digitales de forma efectiva dentro del laboratorio para el aprendizaje de las ondas mecánicas.

En base a estos resultados es evidente que la gran mayoría de los encuestados están en desacuerdo que se utiliza una amplia variedad de herramientas y recursos digitales de manera efectiva en el laboratorio de ondas mecánicas

### 3.7.2.6. ¿Se utilizan herramientas y recursos digitales de manera enfocada en actividades prácticas en el laboratorio de ondas mecánicas?

Valoración del uso de laboratorios virtuales				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	1	0,02	1,61	1,61
De acuerdo	16	0,26	25,81	27,42
Neutral	8	0,13	12,90	40,32
En desacuerdo	24	0,39	38,71	79,03
Totalmente en desacuerdo	13	0,21	20,97	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 10: Valoración del uso de laboratorios virtuales

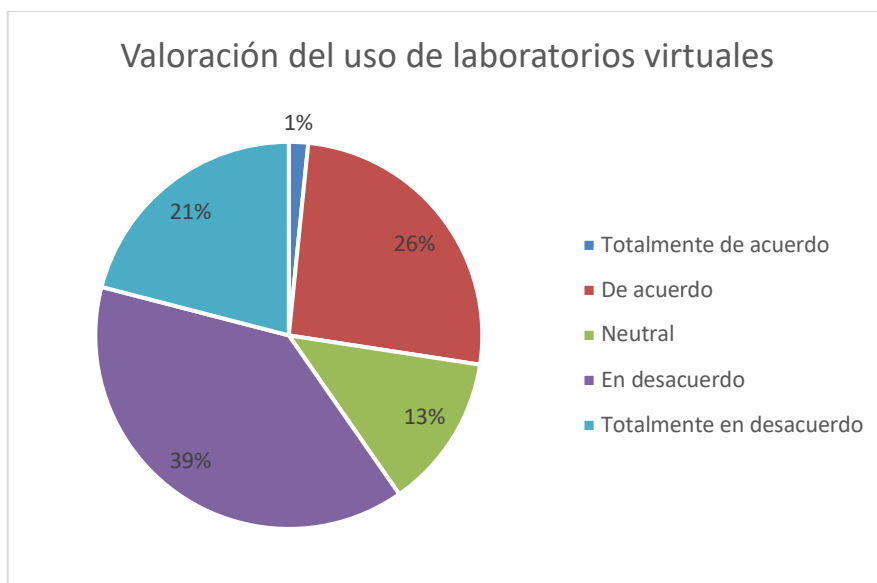


Figura 10: Valoración del uso de laboratorios virtuales

A partir de la encuesta realizada, se observa que el 59,80% de los encuestados están en desacuerdo que se utilizan herramientas y recursos digitales de manera enfocada en actividades prácticas en el laboratorio de ondas mecánicas. El 12,90% de los encuestados se posiciona de manera neutral. Y el 27,42% de los encuestados están de acuerdo que se utilizan herramientas y recursos digitales de manera enfocada en actividades prácticas en el laboratorio de ondas mecánicas.

Según los datos presentados se puede afirmar que la mayoría de los encuestados están en desacuerdo que se utilizan herramientas y recursos digitales de manera enfocada en actividades prácticas en el laboratorio de ondas mecánicas.

3.7.2.7. ¿Se evidencia el dominio de competencias digitales en el proceso de aprendizaje de las ondas mecánicas?

Dominio de competencias digitales				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	6	0,10	9,68	9,68
De acuerdo	8	0,13	12,90	22,58
Neutral	32	0,52	51,61	74,19
En desacuerdo	7	0,11	11,29	85,48
Totalmente en desacuerdo	9	0,15	14,52	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 11: Dominio de competencias digitales

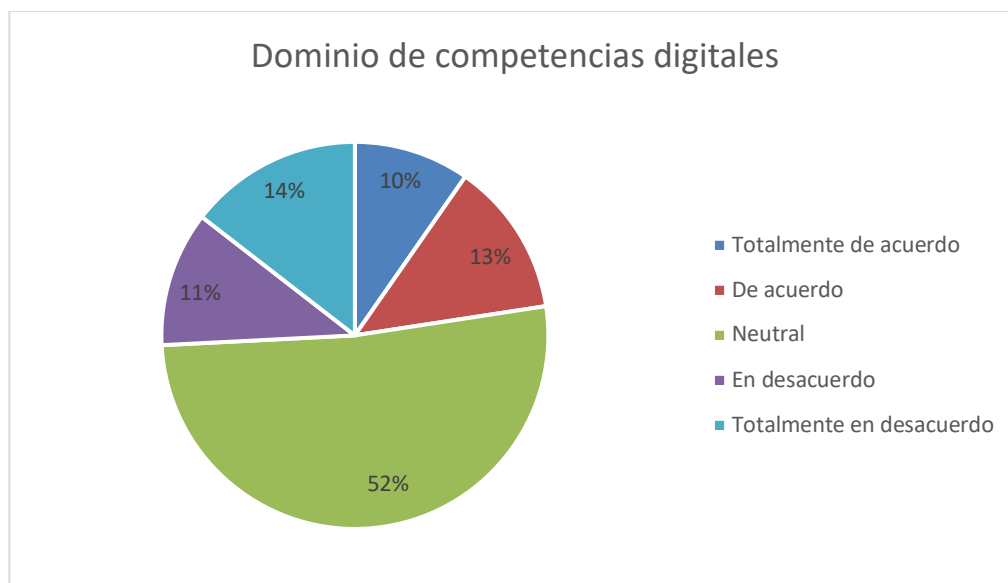


Figura 11: Dominio de competencias digitales

Se observa que el 66,13% de los estudiantes encuestados expresan que están en desacuerdo que se evidencia el dominio de competencias digitales en el proceso de aprendizaje de las ondas mecánicas. El 16,13% se muestran neutrales ante la cuestión. Y el 17,74% de los estudiantes expresan que están de acuerdo que se evidencia el dominio de competencias digitales en el proceso de aprendizaje de las ondas mecánicas.

En base a estos resultados presentados se afirma que la mayoría de los estudiantes están en desacuerdo que se evidencia el dominio de competencias digitales en el proceso de aprendizaje de las ondas mecánicas.

### 3.7.3. Guía didáctica con el uso de PhET para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas.

3.7.3.1. ¿Considera que el diseño de una guía didáctica para laboratorio con el uso de PhET puede contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas de manera efectiva?

Valoración de la justificación para el diseño de una guía didáctica con el uso de PhET				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	19	0,31	30,65	30,65
De acuerdo	35	0,56	56,45	87,10
Neutral	7	0,11	11,29	98,39
En desacuerdo	1	0,02	1,61	100,00
Totalmente en desacuerdo	0	0,00	-	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 12: Valoración de la justificación para el diseño de una guía didáctica con el uso de PhET

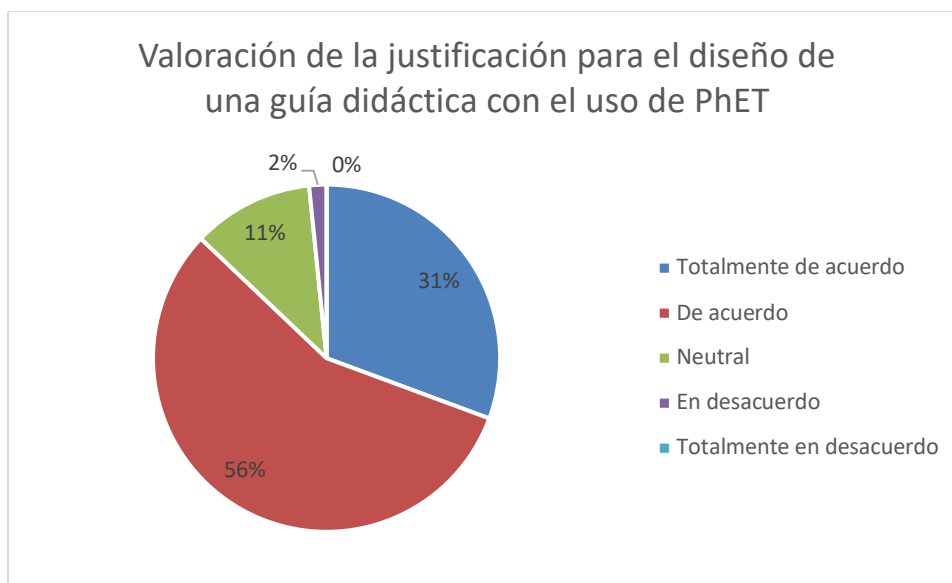


Figura 12: Valoración de la justificación para el diseño de una guía didáctica con el uso de PhET

Se observa que el 87,10% de los encuestados están de acuerdo que el diseño de una guía didáctica para laboratorio con el uso de PhET puede contribuir al aprendizaje de las ondas mecánicas de forma efectiva. El 11,29% de los encuestados se posicionan con neutralidad ante la pregunta. Y el 1,61% de los encuestados expresan que no están de acuerdo que el uso de PhET pueda contribuir con el aprendizaje de las ondas mecánicas de forma efectiva.

A partir de estos resultados se puede concluir que la gran mayoría de los encuestados están de acuerdo que el diseño de una guía didáctica con el uso de PhET puede contribuir con el aprendizaje de las ondas mecánicas.

3.7.3.2. ¿Considera adecuado e importante el objetivo de promover la comprensión de los conceptos básicos de las ondas mecánicas a través de la interacción con simulaciones interactivas en el diseño de una guía didáctica para laboratorio que utiliza PhET para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas?

Valoración del objetivo postulado para la guía didáctica				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	18	0,29	29,03	29,03
De acuerdo	31	0,50	50,00	79,03
Neutral	11	0,18	17,74	96,77
En desacuerdo	2	0,03	3,23	100,00
Totalmente en desacuerdo	0	0,00	-	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 13: Valoración del objetivo postulado para la guía didáctica

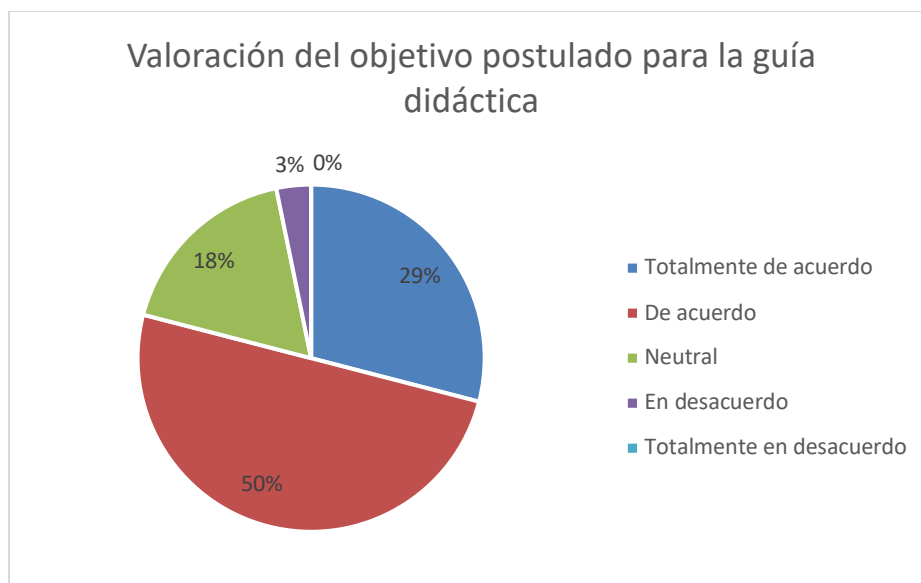


Figura 13: Valoración del objetivo postulado para la guía didáctica

A partir de la encuesta aplicada se observa que el 79,03% de los encuestados están de acuerdo que el objetivo de promover la comprensión de los conceptos básicos de las ondas mecánicas a través de la interacción con simulaciones interactivas en el diseño de una guía didáctica para laboratorio que utiliza PhET para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas es importante y adecuado. El 17,74% de los encuestados se muestra neutral ante la pregunta. Y el 3,23% de los encuestados expresan que no están de acuerdo que el objetivo anteriormente mencionado es importante y adecuado.

A partir de los resultados expuestos se puede concluir que la gran mayoría de los encuestados están de acuerdo que el objetivo de promover la comprensión de los conceptos básicos de las ondas mecánicas a través de la interacción con simulaciones interactivas en el diseño de una guía didáctica para laboratorio que utiliza PhET para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas es adecuado e importante.

3.7.3.3. ¿Considera adecuado que las actividades relacionadas con las ondas mecánicas utilizando las simulaciones de PhET sean realizar experimentos virtuales para explorar las propiedades de las ondas mecánicas y su comportamiento en diferentes escenarios, y además analizar y comparar las características de las ondas transversales y longitudinales?

Valoración de las actividades propuestas para la guía didáctica				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	15	0,24	24,19	24,19

De acuerdo	30	0,48	48,39	72,58
Neutral	17	0,27	27,42	100,00
En desacuerdo	0	0,00	-	100,00
Totalmente en desacuerdo	0	0,00	-	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 14: Valoración de las actividades propuestas para la guía didáctica

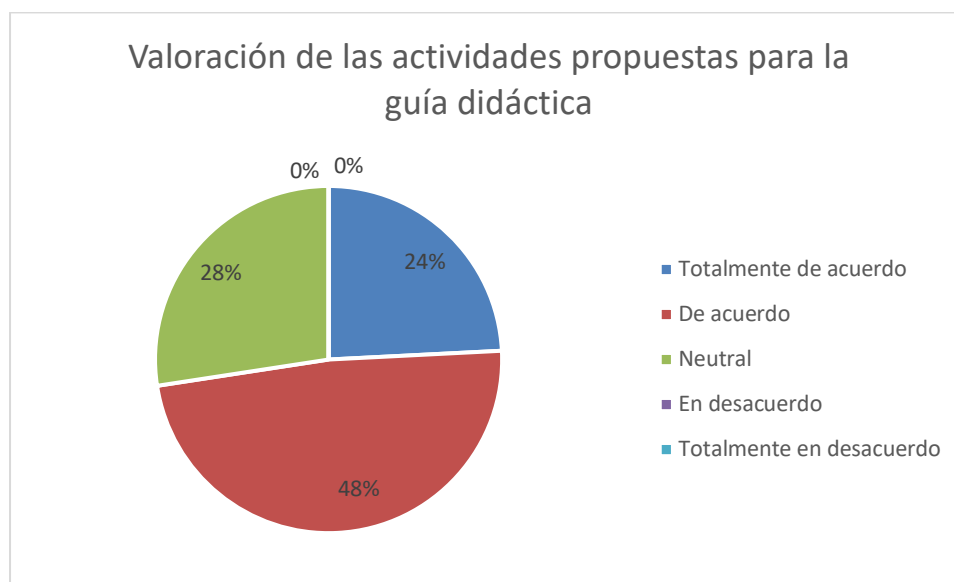


Figura 14: Valoración de las actividades propuestas para la guía didáctica

Según la encuesta aplicada se evidencia que el 72,58% de los encuestados están de acuerdo que las actividades relacionadas con las ondas mecánicas utilizando las simulaciones de PhET sean realizar experimentos virtuales para explorar las propiedades de las ondas mecánicas y su comportamiento en diferentes escenarios, y además analizar y comparar las características de las ondas transversales y longitudinales. El 27,42% de los encuestados se posicionan de forma neutral ante esta pregunta. El 0,00% de los encuestados están en desacuerdo con las actividades presentadas.

Ante los resultados se puede concluir que la mayoría de los encuestados están de acuerdo que las actividades relacionadas con las ondas mecánicas utilizando las simulaciones de PhET sean experimentos virtuales para explorar las propiedades de las ondas mecánicas y su comportamiento en diferentes escenarios, y además analizar y comparar las características de las ondas transversales y longitudinales.

3.7.3.4. ¿Considera útil que los recursos digitales adicionales para complementar el uso de las simulaciones de PhET en el aprendizaje de ondas mecánicas sean tutoriales y guías de uso de PhET, y videos explicativos sobre los conceptos clave de las ondas mecánicas y su relación con las simulaciones de PhET?

Valoración de los recursos propuestos para la guía didáctica				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	25	0,40	40,32	40,32
De acuerdo	22	0,35	35,48	75,81
Neutral	11	0,18	17,74	93,55
En desacuerdo	4	0,06	6,45	100,00
Totalmente en desacuerdo	0	0,00	-	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 15: Valoración de los recursos propuestos para la guía didáctica

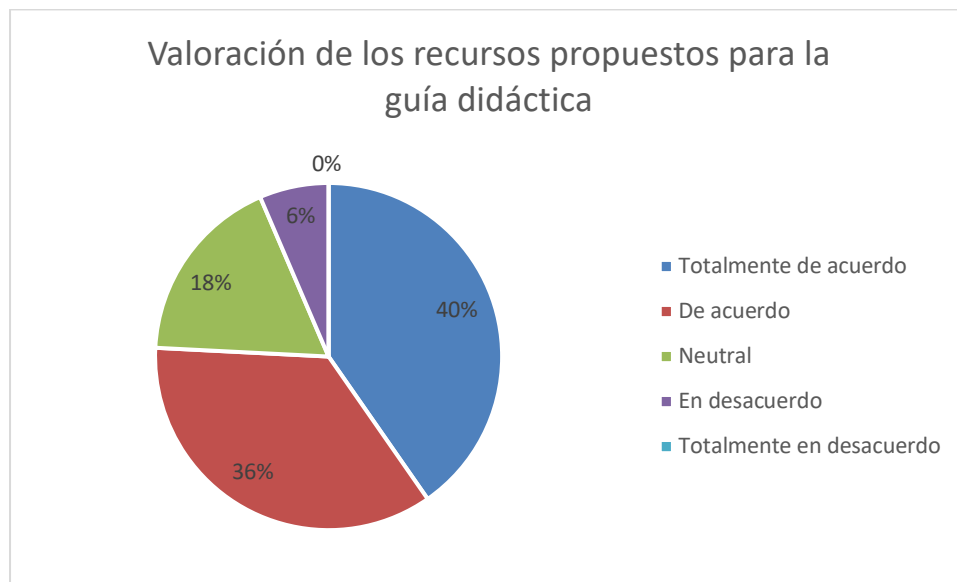


Figura 15: Valoración de los recursos propuestos para la guía didáctica

Se puede observar que el 75,81% de los encuestados están de acuerdo que los recursos digitales adicionales para complementar el uso de las simulaciones de PhET en el aprendizaje de ondas mecánicas sean tutoriales y guías de uso de PhET, y videos explicativos sobre los conceptos clave de las ondas mecánicas y su relación con las simulaciones de PhET. El 17,74% de los encuestados responden de forma neutral. Y el 6,45% de los encuestados están en desacuerdo con los recursos propuestos para la guía didáctica.

Según los datos presentados se concluye que la mayoría de los encuestados están de acuerdo con el uso de tutoriales y guías de uso PhET, y con el uso de videos que relacionen los conceptos clave de las ondas mecánicas con las simulaciones de PhET.

3.7.3.5. ¿Considera relevante que los temas relacionados con el aprendizaje de las ondas mecánicas utilizando las simulaciones de PhET sean las características de las ondas mecánicas (amplitud, frecuencia, longitud de onda, etc.) y la propagación de ondas en diferentes medios (sólidos, líquidos, gases)?

Valoración de los contenidos propuestos para la guía didáctica				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	12	0,19	19,35	19,35
De acuerdo	37	0,60	59,68	79,03
Neutral	11	0,18	17,74	96,77
En desacuerdo	2	0,03	3,23	100,00
Totalmente en desacuerdo	0	0,00	-	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 16: Valoración de los contenidos propuestos para la guía didáctica

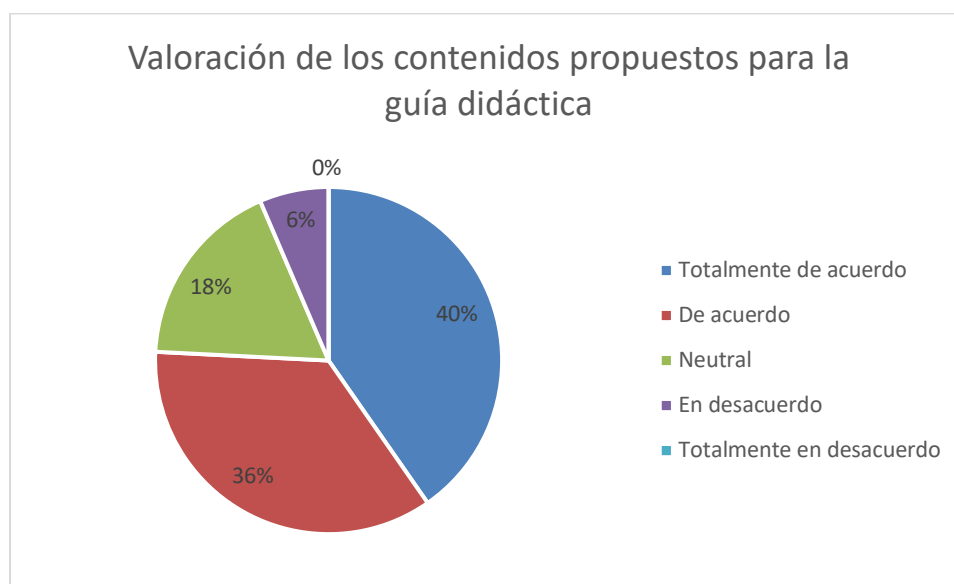


Figura 16: Valoración de los contenidos propuestos para la guía didáctica

Al aplicar la encuesta podemos observar que el 79,03% de los encuestados están de acuerdo que es relevante que los temas relacionados con el aprendizaje de las ondas mecánicas utilizando las simulaciones de PhET sean las características de las ondas mecánicas (amplitud, frecuencia, longitud de onda, etc.) y la propagación de ondas en diferentes medios (sólidos, líquidos, gases). El 17,74% de los encuestados se posiciona de forma neutral ante la pregunta. El 3,23% de los encuestados no están de acuerdo que sea relevante los temas presentados para el aprendizaje de las ondas mecánicas.

A partir de los resultados presentados se puede evidenciar que la mayoría de los encuestados están de acuerdo que es relevante que los temas relacionados con el aprendizaje

de las ondas mecánicas utilizando las simulaciones de PhET sean las características de las ondas mecánicas (amplitud, frecuencia, longitud de onda, etc.) y la propagación de ondas en diferentes medios (sólidos, líquidos, gases).

3.7.3.6. ¿Considera adecuado que el instrumento de evaluación para determinar el aprendizaje de ondas mecánicas utilizando PhET sea una evaluación por pares con una rúbrica para revisar y proporcionar retroalimentación detallada sobre el rendimiento durante las actividades interactivas con simulación de PhET?

Valoración de los instrumentos de evaluación propuestos para la guía didáctica				
Valoración	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Totalmente de acuerdo	21	0,34	33,87	33,87
De acuerdo	24	0,39	38,71	72,58
Neutral	16	0,26	25,81	98,39
En desacuerdo	1	0,02	1,61	100,00
Totalmente en desacuerdo	0	0,00	-	100,00
Total	62	1,00	100,00	

Tabla 17: Valoración de los instrumentos de evaluación propuestos para la guía didáctica

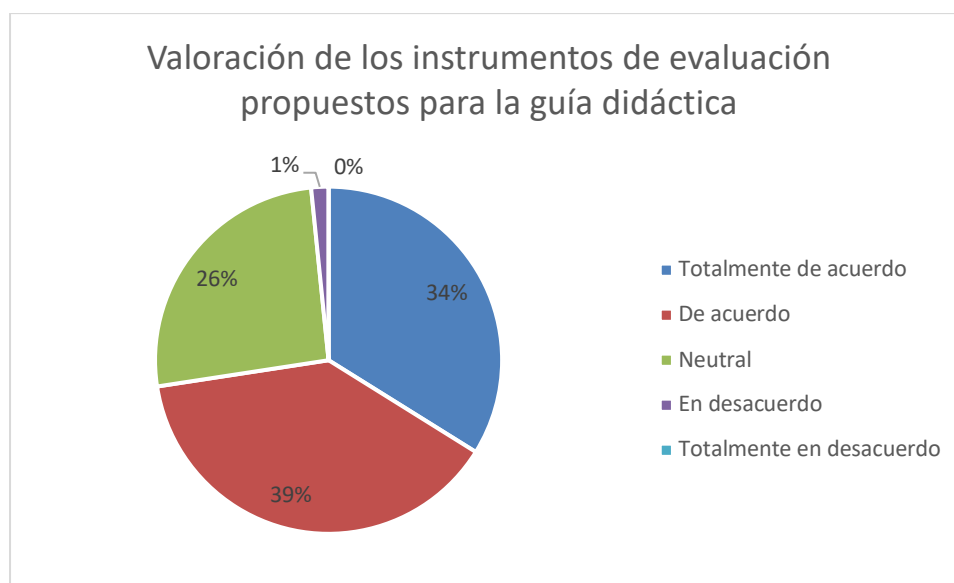


Figura 17: Valoración de los instrumentos de evaluación propuestos para la guía didáctica

El 72,58% de los encuestados están de acuerdo que es adecuado que el instrumento de evaluación para determinar el aprendizaje de ondas mecánicas utilizando PhET sea una evaluación por pares con una rúbrica para revisar y proporcionar retroalimentación detallada sobre el rendimiento durante las actividades interactivas con simulación de PhET. El 25,81% de los encuestados responden de forma neutral. El 1,61% de los encuestados no están de

acuerdo con la forma de evaluación presentada.

A partir de los resultados expuestos se puede observar que la mayoría de los encuestados están de acuerdo que es adecuado que el instrumento de evaluación para determinar el aprendizaje de ondas mecánicas utilizando PhET sea una evaluación por pares con una rúbrica para revisar y proporcionar retroalimentación detallada sobre el rendimiento durante las actividades interactivas con simulación de PhET.

### **3.8. Análisis conclusivo por variable**

#### **3.8.1. Variable 1**

En el estudio de la situación actual del aprendizaje de ondas mecánicas se concluye que la gran mayoría están en desacuerdo que tienen un aprendizaje sobre ondas mecánicas, ondas longitudinales y transversales, y la identificación de fenómenos naturales como, por ejemplo, la transmisión de sonido a través del aire. Se evidencia además que la mayoría de encuestados están de acuerdo que el aprendizaje de ondas mecánicas es importante para su formación académica y futuras oportunidades profesionales.

#### **3.8.2. Variable 2**

En la encuesta realizada se evidencia que los estudiantes están en desacuerdo que se realizan actividades prácticas en el laboratorio para explorar y experimentar con propiedades y comportamientos de las ondas mecánicas. Además, la gran mayoría de encuestados están en desacuerdo que se promueve la interacción y colaboración entre estudiantes de forma activa, la reflexión y análisis para el aprendizaje de las ondas mecánicas y el uso de una evaluación continua y formativa que brinde la retroalimentación y permita un aprendizaje sólido. Por último la gran mayoría están en desacuerdo que se utilizan recursos digitales de forma efectiva para el aprendizaje de las ondas mecánicas.

#### **3.8.3. Variable 3**

El análisis de los resultados de esta encuesta resalta que la gran mayoría de los encuestados están de acuerdo con el desarrollo de una guía didáctica con el uso de “PhET” para contribuir con el aprendizaje de las ondas mecánicas, con el uso de contenidos conceptuales como frecuencia, amplitud, longitud y velocidad de onda, y con el desarrollo de actividades que permitan relacionar conceptos con las interacciones en el simulador. Estos

resultados proporcionan una base sólida para el diseño de una guía didáctica con el uso de “PhET” para contribuir con el aprendizaje de las ondas mecánicas en los estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”

## **CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Denominación de la propuesta.**

En este capítulo se presenta la guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”

### **4.2. Justificación de la propuesta.**

El aprendizaje del fenómeno físico de las ondas mecánicas envuelve conceptos dinámicos y abstractos como frecuencia, amplitud, longitud y velocidad de onda, los cuales frecuentemente resultan complicados de interiorizar por parte de los estudiantes al utilizar estrategias didácticas convencionales. UNESCO (2015) enfatiza el uso de TICs para promover una educación con un enfoque en la literatura científica y las competencias necesarias para el siglo veinte y uno. En este contexto, el desarrollo de una guía didáctica de laboratorio con el uso del simulador “PhET Ondas: Intro” ofrece una forma interactiva de explorar el fenómeno de las ondas mecánicas y contribuir con el desarrollo de las competencias tecnológicas necesarias para el siglo veinte y uno.

El currículo nacional del Ecuador para el Bachillerato General Unificado establece criterios con destrezas de desempeño a evaluar. El criterio CN.F.5.3.1. establece que los estudiantes deben ser capaces de describir las relaciones de los elementos de la onda: amplitud, frecuencia, longitud y velocidad de onda. Además, el criterio CN.F.5.3.2. Determina que los estudiantes deben ser capaces de reconocer que las ondas mecánicas se propagan con una velocidad que depende de las propiedades del medio y que esta velocidad se expresa como el producto de frecuencia por longitud de onda. El desarrollo de una guía didáctica de laboratorio con el uso del simulador “PhET Ondas: Intro” ofrece la posibilidad de experimentar con los parámetros de amplitud, frecuencia y permite calcular la longitud y velocidad de onda y fomentar el aprendizaje de las ondas mecánicas. (MINEDUC, 2016)

### **4.3. Destinatarios y responsables.**

Los destinatarios de la propuesta son los estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”. Y los responsables directos del uso de la guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas son los

docentes de la asignatura de Física de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”

#### **4.4. Objetivos.**

##### **Objetivo General.**

Mejorar los procesos didácticos del aprendizaje de las ondas mecánicas dentro del laboratorio a través del desarrollo de una guía didáctica con el uso de “PhET”

##### **Objetivos Específicos.**

1. Identificar contenidos esenciales del fenómeno físico de ondas mecánicas para su inclusión en la guía didáctica.
2. Diseñar actividades con ejercicios y experimentos que permitan una interacción con el simulador “PhET”.
3. Estructurar la guía con un enfoque progresivo para mejorar los procesos didácticos del aprendizaje de las ondas mecánicas dentro del laboratorio con el uso de “PhET”.

#### **4.5. Funcionamientos.**

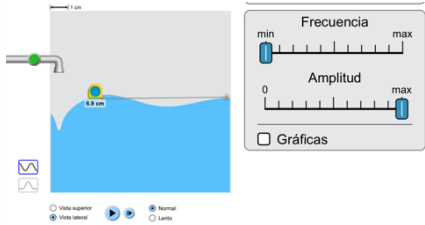
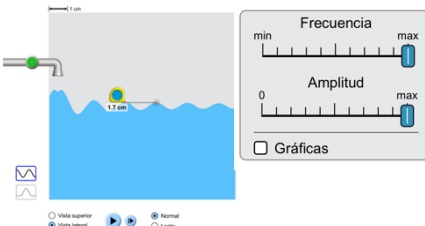
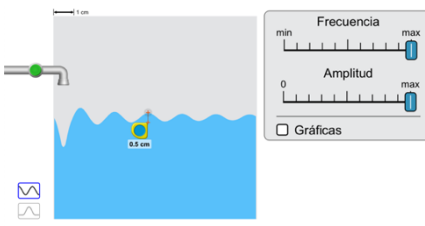
##### **4.5.1. Descripción de fases y etapas**

La propuesta comienza una fase de análisis, en la que se realiza un análisis del contenido curricular de física para identificar los criterios de evaluación, destrezas y conceptos clave sobre las ondas mecánicas. Además, se establece el simulador específico a usar y se realiza diferentes pruebas de uso en diferentes escenarios y dispositivos.

La segunda fase es la de diseño y desarrollo, se diseñan las actividades prácticas a realizar, las cuales integran el uso del simulador de ondas mecánicas. Estas actividades se construyen usando un contenido curricular clave y estableciendo los objetivos de aprendizaje a desarrollar.

La tercera fase corresponde a la estructuración de la guía, se organiza la guía de forma clara y con un desarrollo gradual en el que se organiza los contenidos, tiempos y se incluye instrucciones a seguir para su correcta implementación.

##### **4.5.2. Planificación**

Datos Informativos					
<b>Docente:</b>		<b>Área:</b>	<b>Ciencias Naturales</b>	<b>Asignatura:</b>	<b>Física</b>
<b>Grado/Cursos:</b>	Tercero BGU	<b>Tema:</b>	<b>Ondas Mecánicas</b>	<b>Semanas por actividad:</b>	2
<b>Destrezas Con Criterios De Desempeño</b>	<b>Indicadores De Evaluación</b>	<b>Recursos</b>	<b>Estrategias Metodológicas Activas para la Enseñanza y Aprendizaje</b>	<b>Actividades Asociadas</b>	
CN.F.5.3.1. Describir las relaciones de los elementos de la onda: amplitud, periodo y frecuencia, mediante su representación en diagramas que muestren el estado de las perturbaciones para diferentes instantes.	Describe con base en un “modelo de ondas mecánicas” los elementos de una onda, su clasificación en función del modelo elástico y dirección de propagación (Ref.I.CN.F.5.15.1).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulador Virtual PhET: “Ondas: Intro” <a href="#">Simulador Ondas-Intro</a></li> <li>- Taller de Laboratorio</li> <li>- Dispositivo electrónico o con acceso a un navegador de internet vigente</li> </ul>	<p><b>-Práctica con PhET:</b> Los estudiantes exploran en grupos de 4 integrantes la frecuencia y amplitud de una onda a través de los controles interactivos del simulador. A través de estos controles los estudiantes observan los cambios en la proyección de la onda.</p> <p><b>-Taller práctico:</b> Un grupo de 4 estudiantes realizan mediciones de distancias y tiempos de las diferentes ondas mecánicas</p>	<p><b>1. Actividad introductoria con PhET, Ondas-Intro:</b></p> <p>-Se establece un proceso introductorio para aprender a usar el simulador. Posteriormente los estudiantes experimentan la forma de crear la longitud de onda más grande posible:</p>  <p>-Ahora se manipula la frecuencia y la amplitud para crear la longitud de onda más corta posible:</p>  <p>-Posteriormente se solicita a los estudiantes manipular los parámetros para conseguir la altura máxima posible de una onda:</p> 	

-A continuación se realiza una descripción de los instrumentos necesarios para crear los diferentes tipos de ondas. Se necesita una descripción de las distintas herramientas y configuraciones del simulador. Se debe respaldar la información con ilustraciones:






**2. Actividad 2: Cálculo de período con el uso del Simulador PhET, Ondas-Intro:**


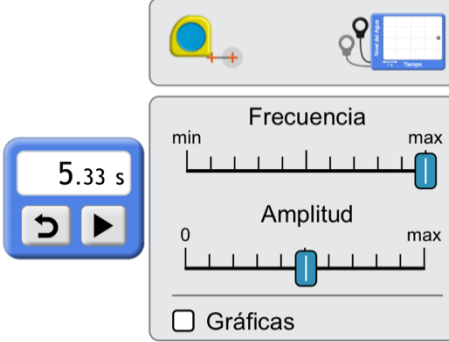

-Se comienza calculando el periodo de la onda más larga, se realiza la medición de tiempo cuando pasan 10 olas completas, y posteriormente se utiliza la formula del periodo de una onda ( $1/\text{Frecuencia}$ ), recordando que la frecuencia se mide dividiendo el tiempo para el número de olas que han pasado que es 10.

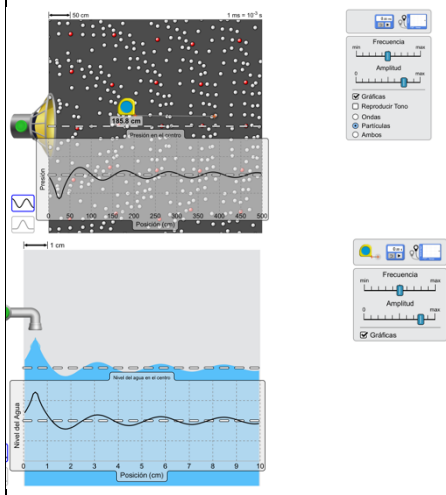


-Se realiza el cálculo del periodo de la onda más corta posible con el mismo método del anterior punto:



				<p>-Ahora se requiere calcular el periodo de una onda con una amplitud media. Utilizar el mismo método que el anterior</p>  <p>punto:</p> <p>En este punto es importante recalcar que la amplitud no afecta el periodo de una onda, ya que el tiempo en el que pasan las 10 olas es el mismo que en el punto anterior.</p> <p>-Por último se solicita a los estudiantes describir los experimentos para medir el periodo incluyendo que vista y herramientas fueron necesarias para el desarrollo del experimento y por qué. Desarrollar la respuesta con ilustraciones de respaldo.</p> 
<p>CN.F.5.3.2. Reconocer que las ondas se propagan con una velocidad que depende de las propiedades físicas del medio de propagación, en función de determinar que esta velocidad, en forma cinemática, se expresa como el producto de frecuencia por longitud de onda.</p>	<p>Describe con base en un “modelo de ondas mecánicas” los elementos de una onda, su clasificación en función del modelo elástico y dirección de propagación (Ref.I.CN.F.5.15.1).</p>	<p>- Simulador Virtual PhET: “Ondas: Intro” <a href="#">Simulador Ondas-Intro</a></p> <p>-Taller de Laboratorio</p> <p>- Dispositivo electrónico con acceso a un navegador de internet</p>	<p><b>-Práctica con PhET:</b> Un grupo de 4 estudiantes exploran la frecuencia y amplitud de una onda a través de los controles interactivos del simulador. A través de estos controles los estudiantes observan los cambios en la proyección de la onda.</p>	<p><b>Actividad 3: Cálculo de velocidad de una onda</b></p> <p>-Se pide a los estudiantes determinar la velocidad de la onda más larga posible usando ilustraciones y considerando que la velocidad se calcula dividiendo el tiempo que demora en pasar 5 olas por ejemplo, y dividir ese número para 5:</p>  <p>En este ejemplo se divide los 20,3 segundos para 5, dando como resultado 4,06 segundos por ola.</p>

		vigente.	<p><b>-Taller práctico:</b> Un grupo de 4 estudiantes realizan mediciones de distancias y tiempos de las diferentes ondas mecánicas</p>	<p>-Se repite el proceso para calcular la velocidad de la onda más corta posible:</p>  <p>En este caso la velocidad será 1,02 segundos por ola.</p> <p>-Velocidad de la ola con altitud (amplitud) media: En este caso recalcar que la velocidad</p>  <p>de la ola no se ve afectada por la amplitud, está determinada por la frecuencia.</p> <p>-A continuación se solicita a los estudiantes describir los experimentos para medir la velocidad de la onda, incluyendo que vista y herramientas fueron necesarias para el desarrollo del experimento y por qué. Desarrollar la respuesta con ilustraciones de respaldo.</p>  <p>-Por último se solicita a los estudiantes realizar un resumen de las características de las ondas y sus comportamientos al comparar la onda más larga, corta, de máxima altitud y mediana altitud. Se solicita usar el vocabulario de frecuencia, amplitud, velocidad de onda y longitud de onda.</p>
--	--	----------	---	--

			<p><b>Actividad 4: Comparación de las representaciones de ondas de agua y sonido</b></p> <p>-Se solicita a los estudiantes experimentar con las ondas se sonido e identificar similitudes y diferencias.</p>  <p>-Se solicita a los estudiantes medir la longitud de onda, altura, periodo y velocidad de las ondas de sonido, se pide comparar con las ideas de medición de ondas de agua.</p> <p>-Al final se solicita resumir las ideas clave en las que las ondas de agua y sonido se relacionan entre si.</p>
--	--	--	--

### 4.5.3. Estructura de evaluación de la propuesta

La evaluación se realiza a través de la aplicación de una rúbrica de evaluación sobre la aplicación de un taller práctico sobre ondas mecánicas elaborado a partir de las actividades establecidas en la planificación de la propuesta con el uso del simulador PhET (Ondas: Intro). La valoración se realiza de forma cuantitativa a través del análisis de las hojas de trabajo realizada por el grupo de estudiantes.

#### 4.5.3.1. Rubrica de evaluación

La rúbrica presentada a continuación permite evaluar la eficacia de la guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”.

El uso de esta rúbrica facilita un análisis sistemático de la eficacia de la guía didáctica, centrándose en áreas clave como la efectividad para la comprensión de conceptos (frecuencia, amplitud, velocidad y longitud de onda), el fomento de la interacción e interpretación de los cambios en la simulación “PhET Ondas: Intro” y el fomento de la aplicación de conocimiento. La calificación es sobre 9 puntos y permite una valoración cuantitativa de la efectividad de la guía didáctica.

<b>Rubrica de Evaluación de la eficacia de la guía didáctica</b>				
<b>Criterio</b>	<b>Alto (3 puntos)</b>	<b>Medio (2 puntos)</b>	<b>Bajo (1 punto)</b>	<b>Nulo (0 puntos)</b>
La guía didáctica permite una comprensión de conceptos esenciales de las ondas mecánicas (Frecuencia, amplitud, velocidad y longitud de onda)	Permite una comprensión clara de los conceptos de ondas mecánicas al establecer correctamente su significado y relación.	Permite una comprensión parcial de los conceptos de ondas mecánicas y faltan relaciones entre ellos.	Permite una comprensión errónea o parcial de dos o más conceptos.	No permite una comprensión de los conceptos.
Las actividades dentro de la guía didáctica permiten una interacción con la simulación “PhET Ondas: Intro”	Las actividades establecen de forma adecuada cómo los cambios de los parámetros de la simulación afectan el comportamiento de la onda dentro de la simulación	Las actividades establecen de forma parcial los efectos de ciertos parámetros y se realizan relaciones limitadas	Las actividades presentan dificultades en relacionar dos o más parámetros y los cambios observados	Las actividades no permiten una interpretación de los cambios en la simulación debido a los distintos parámetros, o lo hacen de forma incorrecta
El desarrollo de la guía didáctica permite la aplicación de conocimientos	Permite la aplicación correcta los conceptos de ondas mecánicas para comparar fenómenos y responder las preguntas planteadas.	Permite la aplicación de los conceptos de forma incompleta para comparar fenómenos y responder preguntas planteadas.	Permite la aplicación de los conceptos con dificultad o de forma errónea de dos o más conceptos.	No se aplican los conocimientos adquiridos

## **CONCLUSIONES**

En la fase de diagnóstico se establece que los estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” del año lectivo 2023-2024 poseen un conocimiento limitado del fenómeno de ondas mecánicas. No se evidencia un entendimiento de los conceptos clave como frecuencia, amplitud, velocidad y longitud de onda. Este resultado establece una diferencia entre los objetivos curriculares y la comprensión de los estudiantes.

El análisis de las estrategias didácticas usadas para el aprendizaje de las ondas mecánicas revela la predominancia de métodos de transmisión de información de forma tradicional con el uso mínimo de recursos de experimentación tecnológicos. Esta aproximación limita la comprensión y la habilidad de visualizar y relacionar los parámetros que comprenden las ondas mecánicas.

Finalmente, se diseña una guía didáctica para laboratorio con el uso de “PhET” para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas en estudiantes de tercero de BGU de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano” durante el año lectivo 2023-2024. Esta guía se diseña usando el simulador “PhET Ondas: Intro” enfocando las actividades interactivas donde los estudiantes manipulan las propiedades de las ondas mecánicas como la frecuencia y la amplitud, observando sus efectos y relacionando los conceptos teóricos con mediciones cuantitativas de velocidad y longitud de onda. Todas estas actividades se acompañan con la descripción de tiempos y recursos, y se enmarcan en las destrezas con criterio de desempeño e indicadores de evaluación correspondientes al currículo de educación del Ecuador.

## **RECOMENDACIONES**

La implementación institucional de esta guía didáctica, enmarcada en el uso de recursos digitales, debería ser desarrollada dentro de laboratorios que fomenten ambientes de aprendizaje centrados en los estudiantes. Además, el entrenamiento docente debe enfatizar el uso pedagógico de las simulaciones, integrándolos dentro del aprendizaje experimental y conceptual.

Futuros proyectos de investigación deberían determinar la efectividad de la guía didáctica propuesta a través de una aplicación en el aula, midiendo el cambio en el aprendizaje de las ondas mecánicas a través de un examen previo y posterior a la aplicación de la propuesta. Además, la guía didáctica propuesta puede ser adaptada para un posterior estudio de las ondas de luz, y su relación y diferencias con las ondas mecánicas.

## REFERENCIAS

- Constantinou, C., Papaevripidou, M., Lividjis, M., Scholinaki, A & Hadjilouca, Rodothea. (2010). Teaching and learning about electromagnetism in high school: addressing issues of relevance and epistemic practice. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/259939930\\_Teaching\\_and\\_learning\\_about\\_electromagnetism\\_in\\_high\\_school\\_addressing\\_issues\\_of\\_relevance\\_and\\_epistemic\\_practice/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/259939930_Teaching_and_learning_about_electromagnetism_in_high_school_addressing_issues_of_relevance_and_epistemic_practice/citation/download)
- Culzoni, C., Lescano, A., Demichelis, N., & Bircher, G. (2020). Propuesta didáctica para la enseñanza de electromagnetismo basada en competencias. *Revista de Enseñanza de La Física*, 32(2), 7–18. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/31184>
- Fritzsche, H & Phillips, M. (2022). Electromagnetic radiation. Encyclopedia Britannica. Recuperado de: <https://www.britannica.com/science/electromagnetic-radiation>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Bautista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hi.
- Hurtado, J. (2012). El proyecto de investigación: Comprensión holística de la metodología y la investigación. Caracas, Venezuela: Quirón.
- Maulidah, S & Prima, E. (2018). Using physics education technology as virtual laboratory in learning waves and sounds. *Journal of Science Learning*, 1(3). Recuperado de: <https://doi.org/10.17509/jsl.v1i3.11797>
- Michelini, M., Mossenta, A., Testa, I., Viola, R., Testa, A & Guisasola, J. (2007). Teaching Electromagnetism: Issues and changes. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/228571202\\_Teaching\\_Electromagnetism\\_Issues\\_and\\_changes/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/228571202_Teaching_Electromagnetism_Issues_and_changes/citation/download)
- Rodrigues de Oliveira, I & Da Silva, M. (2021). Animation of plane electromagnetic waves in vacuum using winplot software: a teaching experience. *Multidisciplinary Sciences Reports*, 1(1). Recuperado de: <https://doi.org/10.54038/ms.v1i1.4>
- Roussel, H & Hélier, M. (2012). Difficulties in teaching electromagnetism: an eight year

experience at Pierre and Marie Curie University. *Applied and Environmental Microbiology*, 1, 65-69. Recuperado de:

<https://www.semanticscholar.org/paper/Difficulties-in-teaching-electromagnetism%3A-an-eight-Roussel-Héliér/8d26a6b0ba3f078da8593a76b5229aa551845d64>

Serrano, G., Martínez, C., & Clavijo, S. (2022). Laboratorios remotos y virtuales: recursos para la educación en Física. *Revista de Ingeniería y Ciencias Aplicadas*, 3(1), 63–70. Recuperado de: <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/revicap>

Taibu, R., Mataka, L., & Shekoyan, V. (2021). Using PhET simulations to improve scientific skills and attitudes of community college students. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology*. Recuperado de: <https://doi.org/10.46328/ijemst.1214>

Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Currículo Nacional de Educación General Básica y Bachillerato. Quito, Ecuador.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2011). Ley Orgánica de Educación Intercultural. Registro Oficial Suplemento 466. Quito, Ecuador.

UNESCO. (2015). Rethinking education: Towards a global common good? Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232555>

UNESCO. (2021). Estrategia de la UNESCO sobre la Innovación Tecnológica en la Educación (2022-2025). París, Francia.

Pfefferová, Miriam. (2015). Computer Simulations and their Influence on Students' Understanding of Oscillatory Motion. *Informatics in Education*. 14. 279-289. 10.15388/infedu.2015.16.

PhET Interactive Simulations. (2023). Wave interference. [https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference\\_all.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_all.html)

PhET Interactive Simulations. (2024). Waves: Intro. Simulación interactiva. University of

Colorado Boulder. <https://phet.colorado.edu/>

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2023, August 3). wave. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/wave-physics>

Tiberghien, A., Psillos, D. & Koumaras, P. Physics instruction from epistemological and didactical bases. *Instr Sci* **22**, 423–444 (1994). <https://doi.org/10.1007/BF00897977>

Gok, T. (2018). The evaluation of conceptual learning and epistemological beliefs on physics learning by think-pair-share. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 4(1), 69-80. DOI:10.21891/jeseh.387489

Hammer, D & Elby, A. 2002. Tapping epistemological resources for learning physics.

Recuperado de:

[http://www2.physics.umd.edu/~elby/papers/Hammer\\_Elby\\_tapping\\_resources.pdf](http://www2.physics.umd.edu/~elby/papers/Hammer_Elby_tapping_resources.pdf)

Ukoh, E. (2022). Teaching electromagnetism using interactive-invention instructional strategy and the learning outcome of secondary school students. *Momentum: Physics Education Journal*, 6(1), 10–18. Recuperado de:

<https://doi.org/10.21067/mpej.v6i1.5463>

BBC. (2021, April 20). Longitudinal and transverse waves - Properties of waves - Edexcel - GCSE Physics (Single Science) Revision - Edexcel - BBC Bitesize. BBC Bitesize.

<https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zs86v9q/revision/2>

Redish, E. F. (2004). A theoretical framework for physics education research: Modeling student thinking. In *Proceedings of the Varenna Summer School " Enrico Fermi" Course CLVI* (pp. 1-63).

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

## ANEXOS

### Anexo 1: Encuesta



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**Cuestionario para aplicación de la encuesta a los Estudiantes**

**Facultad de Ciencias de la Educación**

**Maestría en Educación en Ciencias Experimentales Mención: Matemática y Física**

Esta encuesta está dirigida a estudiantes de tercer año del Bachillerato Integral Unificado de la Unidad Educativa "Fray Vicente Solano", el objetivo es recopilar información relevante para construir una guía didáctica para mejorar el aprendizaje de ondas mecánicas utilizando PhET.

Información general:

- No es necesario que incluya su nombre.
- Seleccione una sola respuesta en cada elemento y lea cada ítem cuidadosamente antes de responder.
- La encuesta consta de un total de 17 preguntas.
- Si tiene alguna duda sobre la encuesta, no dude en pedir ayuda a la persona a cargo.
- La información proporcionada por el cliente se manejará con fines confidenciales y educativos.

Agradecemos sinceramente tu participación y tus respuestas honestas. Su aporte ayudará a comprender mejor la realidad educativa y promover un ambiente de aprendizaje enriquecedor para los estudiantes en el estudio de las ondas mecánicas

1. En este primer apartado se desea conocer su nivel de aprendizaje sobre ondas mecánicas: conceptos básicos, tipos de ondas mecánicas, aplicaciones y la importancia del aprendizaje de ondas mecánicas. Por favor, indique su nivel de acuerdo con las siguientes preguntas:

<b>Afirmación</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Neutral</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de acuerdo</b>
¿Tiene usted un buen entendimiento de los conceptos básicos relacionados con las ondas mecánicas?					
¿Comprende los diferentes tipos de ondas mecánicas, como las ondas longitudinales y las ondas transversales?					
¿Puede identificar aplicaciones prácticas de las ondas mecánicas en situaciones de la vida real, como la detección de ultrasonidos en medicina y la transmisión de sonido a través del aire?					
¿Considera que el aprendizaje de ondas mecánicas es importante para su formación académica y futuras oportunidades profesionales?					

2. El siguiente apartado tiene como objetivo recopilar su opinión sobre diferentes aspectos relacionados con el aprendizaje de ondas mecánicas en el laboratorio. A continuación, se presentan una serie de preguntas relacionadas con diferentes aspectos relacionados con su

experiencia de aprendizaje en el laboratorio. Por favor, lea cada pregunta y seleccione la opción que mejor refleje tu opinión.

<b>Preguntas</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Neutral</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de acuerdo</b>
¿Se realizan actividades prácticas en el laboratorio para explorar y experimentar con las propiedades y comportamientos de las ondas mecánicas?					
¿Se promueve la interacción y colaboración entre los estudiantes en el laboratorio para explorar y comprender las propiedades y comportamientos de las ondas mecánicas?					
¿Se promueve la reflexión y análisis que buscan establecer conexiones significativas entre los conocimientos previos y los nuevos conceptos de ondas mecánicas?					
¿Se emplea una evaluación continua y formativa que brinda retroalimentación y permite un aprendizaje sólido sobre las ondas mecánicas?					
¿Se utiliza una amplia variedad de herramientas y recursos digitales de manera efectiva en el laboratorio de ondas mecánicas?					
¿Se utilizan herramientas y					

recursos digitales de manera enfocada en actividades prácticas en el laboratorio de ondas mecánicas?					
¿Se evidencia el dominio de competencias digitales en el proceso de aprendizaje de las ondas mecánicas?					

**3.** Este apartado tiene como objetivo recopilar su opinión sobre diferentes aspectos relacionados con el uso de PhET como herramienta en la guía didáctica para contribuir con el aprendizaje de ondas mecánicas.

PhET (Physics Education Technology) es un proyecto que desarrolla simulaciones interactivas en línea para la educación en los campos de la física y la ciencia, y fomenta el aprendizaje activo y la exploración de conceptos científicos. A continuación, se presentan una serie de preguntas relacionadas con diferentes aspectos de aprendizaje utilizando una guía didáctica con PhET. Por favor, lea cada pregunta y seleccione la opción que mejor refleje su opinión.

<b>Pregunta</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Neutral</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de acuerdo</b>
¿Considera que el diseño de una guía didáctica para laboratorio con el uso de PhET puede contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas de manera efectiva?					
¿Considera adecuado e importante el objetivo de promover la comprensión de los conceptos básicos de las ondas mecánicas a través de la interacción con simulaciones interactivas en el diseño de una guía didáctica para					

laboratorio que utiliza PhET para contribuir al aprendizaje de ondas mecánicas?					
¿Considera adecuado que las actividades relacionadas con las ondas mecánicas utilizando las simulaciones de PhET sean realizar experimentos virtuales para explorar las propiedades de las ondas mecánicas y su comportamiento en diferentes escenarios, y además analizar y comparar las características de las ondas transversales y longitudinales?					
¿Considera útil que los recursos digitales adicionales para complementar el uso de las simulaciones de PhET en el aprendizaje de ondas mecánicas sean tutoriales y guías de uso de PhET, y videos explicativos sobre los conceptos clave de las ondas mecánicas y su relación con las simulaciones de PhET?					
¿Considera relevante que los temas relacionados con el aprendizaje de las ondas mecánicas utilizando las simulaciones de PhET sean las características de las ondas mecánicas (amplitud, frecuencia, longitud de onda, etc.) y la propagación de ondas en					

diferentes medios (sólidos, líquidos, gases)?					
¿Considera adecuado que el instrumento de evaluación para determinar el aprendizaje de ondas mecánicas utilizando PhET sea una evaluación por pares con una rúbrica para revisar y proporcionar retroalimentación detallada sobre el rendimiento durante las actividades interactivas con simulación de PhET?					