



**OndaNova: Objeto Virtual de Aprendizaje para la enseñanza del Movimiento Armónico
Simple en física del grado 11 en el Instituto Caldas de Bucaramanga, 2025**

Freddy Leonardo Prada Pérez

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Magíster en
Educación**

Asesor(a)

Juan Sebastián Dugarte Mendoza

Magister en Administración con Especialidad en Dirección de Proyectos

**Corporación Universitaria Minuto De Dios
Rectoría Oriente Centro Regional Bucaramanga
Maestría en Ambientes de Aprendizaje
Mayo, 2025**

Dedicatoria

A mi amada esposa Diana, mi compañera incansable, quien ha sido mi fortaleza y luz en este recorrido. A lo largo de esta travesía académica, tus palabras de aliento en los momentos de duda y tu paciencia durante las largas jornadas de estudio me impulsaron a seguir adelante. Este logro refleja también tu esfuerzo, sacrificio y el inmenso amor que me has brindado en cada paso. Gracias por ser mi refugio, por entender mis ausencias, por motivarme a no rendirme y por ser, siempre, mi mayor fuente de inspiración. Sin tu apoyo y comprensión, este proyecto no habría sido posible.

A mi padre, por ser guía y ejemplo de sabiduría, por sus enseñanzas firmes y su apoyo incondicional, que han marcado mi camino con rectitud y perseverancia. A mis hijos, que me inspiran cada día a ser mejor y me recuerdan la importancia de construir un futuro con amor, dedicación y conocimiento. Y a toda mi familia, por estar siempre presentes con su cariño, sus palabras de aliento y su compañía inquebrantable en cada etapa de esta travesía.

Agradecimientos

Agradezco profundamente al tutor Juan Sebastián Dugarte Mendoza por su orientación, compromiso y valiosos aportes durante el desarrollo de este proyecto. Su acompañamiento fue fundamental para encaminar esta investigación con claridad y rigor académico.

A la docente Erika Patricia Ramírez, por su apoyo constante, sus sugerencias oportunas y su disposición para acompañar cada fase del proceso con generosidad y profesionalismo.

A la Corporación Universitaria Minuto de Dios, por brindar un entorno formativo que promueve la excelencia, la reflexión pedagógica y el uso transformador de las tecnologías en la educación.

Al Instituto Caldas, por permitir la implementación de esta propuesta en su contexto educativo y por confiar en la innovación como camino para fortalecer la enseñanza de las ciencias.

A los estudiantes participantes, cuya disposición, entusiasmo y compromiso dieron sentido a cada etapa del proceso. Su curiosidad y apertura al cambio son testimonio del valor de la educación en movimiento.

Y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, contribuyeron con su tiempo, apoyo o palabras de aliento a la realización de este proyecto. A todos, mi más sincero agradecimiento.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Justificación	15
2. Descripción del Problema	21
2.1 Descripción del Problema	21
2.2 Planteamiento del Problema	22
3. Objetivos	23
3.1 Objetivo General	23
3.2 Objetivos Específicos.....	23
4. Marco Referencial.....	23
4.1 Marco Histórico	23
4.2 Marco Teórico.....	26
4.3 Marco Conceptual.....	30
4.4 Marco Legal	36
5. Metodología	40
5.1 Tipo de Investigación.....	40
5.2 Enfoque de Investigación.....	41
5.3 Diseño de Investigación.....	41
5.3.1 Fases de Investigación	42
5.4 Propósito de Investigación.....	42

5.5 Población y Muestra Poblacional.....	43
5.6 Técnicas de Recolección de la Información	44
5.7 Técnicas de Análisis de la Información	44
6. Desarrollo de Objetivos	46
6.1 Objetivo específico 1: Desarrollar estrategias didácticas interactivas en el OVA.....	46
6.2 Objetivo específico 2: Elaboración técnica del OVA.....	55
6.3 Objetivo específico 3: Evaluar el impacto del OVA.	64
7. Conclusiones.....	93
8. Recomendaciones	95
Referencias.....	97
Apéndices.....	106

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Descripción desarrollo de objetivos</i>	42
Tabla 2. <i>Plantilla de diseño instruccional de OndaNova</i>	48
Tabla 3. <i>Módulos OndaNova</i>	51
Tabla 4. <i>Cuadro de Operacionalidad de Variables</i>	66

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Niveles de desempeño (2022) en Calendario A</i>	16
Figura 2. <i>Promedio de la prueba de Ciencias Naturales (2022) en Calendario A</i>	17
Figura 3. <i>Niveles de desempeño (2022) en Calendario B</i>	17
Figura 4. <i>Promedio de la prueba de Ciencias Naturales (2022) en Calendario B.</i>	18
Figura 5. <i>Elongación, velocidad y aceleración del MAS</i>	32
Figura 6. <i>Ondas transversales y longitudinales</i>	33
Figura 7. <i>Diseño Instruccional</i>	48
Figura 8. <i>Aplicación eXeLearning.</i>	57
Figura 9. <i>Módulos OndaNova.</i>	57
Figura 10. <i>Explorando.</i>	58
Figura 11. <i>Simulador Vascak y GeoGebra.</i>	59
Figura 12. <i>Elementos Básicos.</i>	60
Figura 13. <i>Ecuaciones del MAS.</i>	61
Figura 14. <i>Ondas</i>	62
Figura 15. <i>Desafía tus conocimientos.</i>	63
Figura 16. <i>Pantallazo del inicio de la prueba diagnóstica</i>	65
Figura 17. <i>Concepto de MAS - Pretest</i>	67
Figura 18. <i>Concepto de aceleración en un MAS - Pretest</i>	67
Figura 19. <i>Diferencia entre movimiento oscilatorio y armónico simple - Pretest</i>	69
Figura 20. <i>Relación grafica de amplitud y longitud de onda - Pretest</i>	69

Figura 21. <i>Relación gráfica de amplitud y longitud de onda - Pretest</i>	70
Figura 22. <i>Ecuación de la elongación del MAS - Pretest</i>	71
Figura 23. <i>Ecuación de la velocidad del MAS - Pretest</i>	71
Figura 24. <i>Nodos y antinodos - Pretest</i>	72
Figura 25. <i>Superposición en cuerdas que forman ondas - Pretest</i>	73
Figura 26. <i>Frecuencia fundamental y armónicos - Pretest</i>	74
Figura 27. <i>Interferencia constructiva y destructiva - Pretest</i>	74
Figura 28. <i>Comparación de frecuencias en dos cuerdas - Pretest</i>	76
Figura 29. <i>Características del sonido - Pretest</i>	76
Figura 30. <i>Onda estacionaria - Pretest</i>	77
Figura 31. <i>Armónicos - Pretest</i>	78
Figura 32. <i>Resultados de pretest</i>	79
Figura 33. <i>Concepto de MAS – Postest</i>	81
Figura 34. <i>Concepto de aceleración en un MAS – Postest</i>	81
Figura 35. <i>Diferencia entre movimiento oscilatorio y armónico simple – Postest</i>	82
Figura 36. <i>Relación grafica de amplitud y longitud de onda – Postest</i>	83
Figura 37. <i>Relación gráfica de amplitud y longitud de onda – Postest</i>	84
Figura 38. <i>Ecuación de la elongación del MAS – Postest</i>	84
Figura 39. <i>Ecuación de la velocidad del MAS – Postest</i>	85
Figura 40. <i>Nodos y antinodos – Postest</i>	86
Figura 41. <i>Superposición en cuerdas que forman ondas – Postest</i>	86
Figura 42. <i>Frecuencia fundamental y armónicos – Postest</i>	87
Figura 43. <i>Interferencia constructiva y destructiva – Postest</i>	88

Figura 44. <i>Comparación de frecuencias en dos cuerdas – Postest</i>	89
Figura 45. <i>Características del sonido – Postest</i>	89
Figura 46. <i>Onda estacionaria – Postest</i>	90
Figura 47. <i>Armónicos – Postest</i>	91
Figura 48. <i>Resultados del postest</i>	92

Lista de Apéndices

Apéndice A. <i>Pretest</i>	106
Apéndice B. <i>Postest</i>	115
Apéndice C. <i>Prueba de hipótesis</i>	124
Apéndice D. <i>Carta rectoría Instituto Caldas</i>	127
Apéndice E. <i>Consentimiento informado para la participación en el proyecto de investigación</i>	128
Apéndice F. <i>Registro fotográfico</i>	129

Resumen

Este proyecto tuvo como objetivo implementar *OndaNova*, un Objeto Virtual de Aprendizaje, para facilitar la comprensión del Movimiento Armónico Simple (MAS) y fortalecer las competencias científicas en estudiantes de 11^o grado. Se diseñó un recurso digital, compuesto por cinco módulos temáticos que incluyeron teoría, simulaciones y actividades interactivas. Metodológicamente, se aplicó un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo, utilizando un pretest diagnóstico y un postest final. El marco teórico se basó en el constructivismo y el aprendizaje significativo. Como resultado, se observaron mejoras en la identificación de elementos MAS y en la aplicación del conocimiento adquirido. Se concluye que *OndaNova* apoya el desarrollo del pensamiento científico y transforma positivamente el aprendizaje de la física.

Palabras clave: MAS, competencias científicas, física, educación secundaria, simulaciones, aprendizaje autónomo.

Abstract

This project aimed to implement *OndaNova*, a Virtual Learning Object, to facilitate the understanding of Simple Harmonic Motion (MAS) and strengthen scientific competencies in 11th-grade students. A digital resource was developed, structured in five thematic modules that included theoretical content, simulations, interactive activities, and self-assessment tools. Methodologically, a quantitative approach with a descriptive scope was adopted, using a diagnostic pretest and a final posttest to assess conceptual progress. The theoretical foundation was based on constructivism and meaningful learning. As a result, significant improvements were observed in the identification of SHM elements and in the application of knowledge to problem-solving situations. It is concluded that *OndaNova* fosters scientific thinking and contributes positively to the transformation of physics learning in secondary education.

Keywords: MAS, scientific competencies, physics, secondary education, simulations, autonomous learning.

Introducción

En la actualidad, los procesos de enseñanza de la Física enfrentan múltiples desafíos, entre ellos la necesidad de transformar los ambientes de aprendizaje tradicionales para responder a las demandas de una generación inmersa en entornos digitales. Abordar fenómenos complejos como el Movimiento Armónico Simple (MAS) exige estrategias pedagógicas innovadoras que superen las limitaciones del enfoque expositivo y fomenten experiencias más activas, autónomas y significativas. En este contexto, los recursos educativos digitales como los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) se consolidan como una alternativa eficaz para mediar el aprendizaje y fortalecer las competencias científicas en la educación media.

Este proyecto surge como respuesta a las dificultades detectadas en la enseñanza del MAS, especialmente en lo relacionado con la comprensión de sus fundamentos conceptuales, la relación entre variables físicas y la interpretación de expresiones matemáticas. Tales limitaciones afectan tanto el desarrollo del pensamiento científico como la capacidad de aplicar estos conocimientos en situaciones reales. Por esta razón, se plantea el diseño, implementación y evaluación de *OndaNova*, un objeto virtual de aprendizaje, como estrategia didáctica para facilitar la apropiación del contenido y mejorar el rendimiento académico en el área de Física.

El objetivo principal de la investigación es implementar *OndaNova* para facilitar la comprensión del MAS y contribuir al fortalecimiento de las competencias científicas en estudiantes de undécimo grado del Instituto Caldas de Bucaramanga. De este propósito general se derivan tres objetivos específicos: elaborar el recurso a partir de los contenidos fundamentales del tema; diseñar una ruta instructiva sustentada en el diagnóstico de saberes previos; y evaluar su impacto mediante una prueba inicial y otra final que permitan contrastar el nivel de

comprensión alcanzado. Esta propuesta se justifica en la necesidad de promover un aprendizaje más dinámico y autónomo, mediado por el uso intencionado de tecnologías digitales.

Desde el plano teórico, la investigación se fundamenta en los principios del constructivismo y el aprendizaje significativo, los cuales orientan la construcción del conocimiento a partir de la experiencia previa, la exploración activa y la contextualización de saberes. A su vez, se reconoce el valor pedagógico de los OVA como herramientas capaces de representar de manera visual y dinámica fenómenos complejos, fomentando la interacción con los contenidos y promoviendo procesos de reflexión, análisis e interpretación.

Metodológicamente, el estudio adopta un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo, lo que permite analizar la experiencia educativa a partir de la recolección y comparación de datos obtenidos mediante pruebas estandarizadas. La aplicación de un pretest permitió identificar los conocimientos previos sobre el MAS, mientras que la intervención con *OndaNova* se organizó en cinco módulos que combinaron teoría, simulación, autoevaluación y actividades interactivas. Al finalizar, se aplicó un posttest para valorar los avances en la comprensión del tema y en el desarrollo de competencias científicas, con base en el análisis de variables previamente estructuradas.

Los resultados evidencian una mejora significativa en la comprensión del MAS, especialmente en la identificación de sus elementos, el uso de expresiones matemáticas y la aplicación del conocimiento en contextos escolares. Esta evolución se atribuye al diseño didáctico del recurso y a su capacidad para promover aprendizajes visuales, autónomos y funcionales. Además, se observa un fortalecimiento de habilidades propias del pensamiento científico, como la observación, el análisis, la inferencia y la formulación de explicaciones.

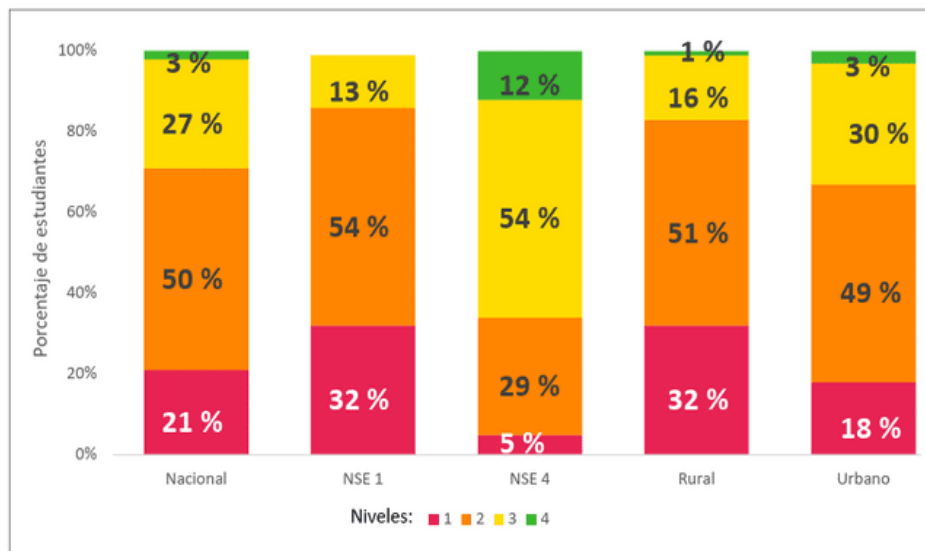
En síntesis, la investigación demuestra que la incorporación de una propuesta como *OndaNova* en la enseñanza de la Física contribuye positivamente al aprendizaje de contenidos abstractos y al desarrollo de competencias científicas. El recurso se consolida como una herramienta pedagógica innovadora que responde a las demandas del entorno educativo actual, aportando a la creación de ambientes de aprendizaje más flexibles, significativos y acordes con los desafíos del siglo XXI.

1. Justificación

En el contexto educativo actual, la enseñanza de la Física en la educación secundaria presenta diversos desafíos que afectan la comprensión de fenómenos abstractos y el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. A pesar de los esfuerzos pedagógicos, los métodos tradicionales de enseñanza no siempre logran generar aprendizajes significativos, lo que se refleja en bajos desempeños académicos y una falta de motivación hacia la asignatura.

En el caso específico del Movimiento Armónico Simple, la dificultad para visualizar y experimentar con este concepto limita la capacidad de los estudiantes para relacionarlo con situaciones reales. La necesidad de fortalecer el aprendizaje de la Física en la educación secundaria se ve reflejada en los resultados obtenidos en las Pruebas Saber 11°, que evidencian deficiencias en el área de Ciencias Naturales, incluyendo la asignatura de Física.

Según el "Informe Nacional de Resultados Saber 11° – 2022", en el calendario A, el puntaje promedio en esta área mostró un incremento de 1 punto con respecto al año anterior, alcanzando los 50 puntos, con una desviación estándar de 10 puntos, lo que sugiere una dispersión significativa en los resultados de los estudiantes.

Figura 1.*Niveles de desempeño (2022) en Calendario A*

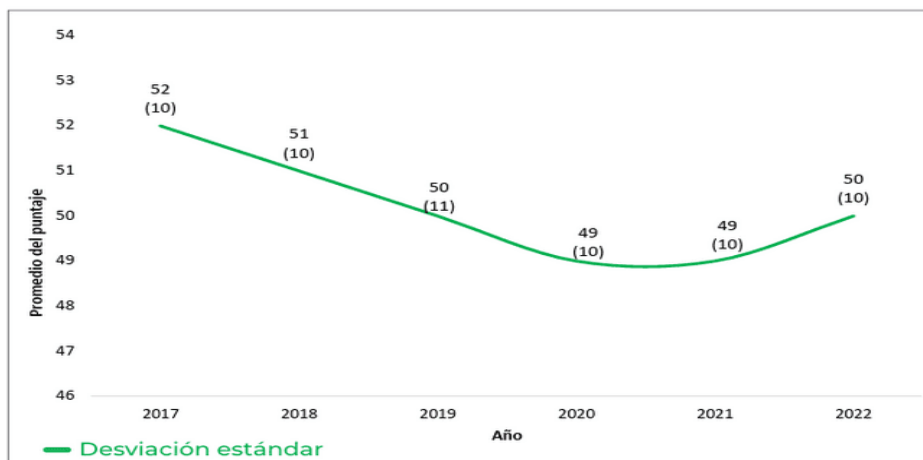
Nota. El gráfico presenta los porcentajes según niveles de desempeño de la prueba de Ciencias Naturales calendario A. Tomado de Informe Nacional de Resultados Saber 11 - 2022

Sin embargo, la distribución de los niveles de desempeño evidencia que el 71 % de los evaluados se encuentra en los niveles 1 y 2, lo que indica un dominio bajo o básico de los conceptos evaluados.

Además, solo un 2 % de los estudiantes alcanzó el nivel más alto de desempeño, lo que sugiere que una proporción muy pequeña de la población estudiantil demuestra un dominio profundo de los conceptos científicos evaluados en la prueba (ICFES, 2023).

Figura 2.

Promedio de la prueba de Ciencias Naturales (2022) en Calendario A

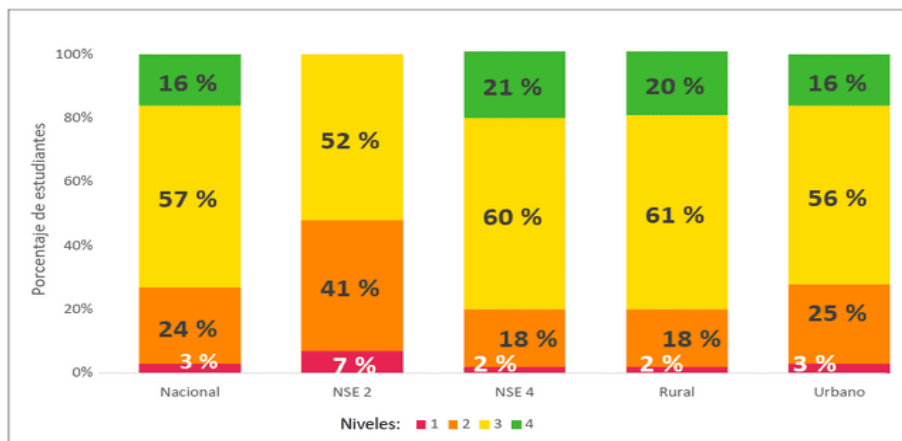


Nota. El gráfico presenta los promedios de la prueba Saber en Ciencias Naturales entre los años 2017 a 2022 calendario A. Tomado de Informe Nacional de Resultados Saber 11 – 2022

En el caso del calendario B, los resultados reflejan una tendencia similar, con un puntaje promedio de 61 puntos, siendo la única prueba en este calendario que presentó un incremento respecto al año anterior.

Figura 3.

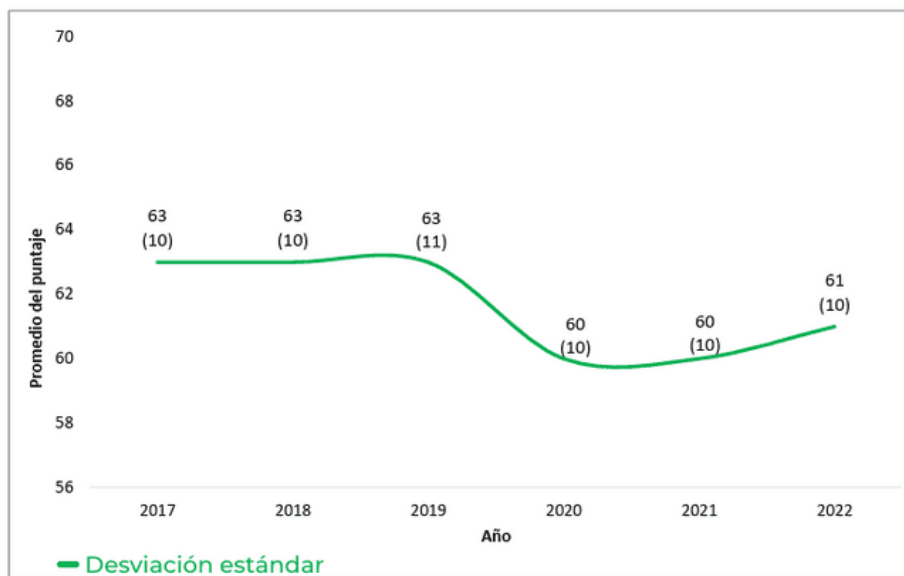
Niveles de desempeño (2022) en Calendario B



Nota. El gráfico presenta los porcentajes según niveles de desempeño de la prueba de Ciencias Naturales calendario B. Tomado de Informe Nacional de Resultados Saber 11 – 2022

Figura 4.

Promedio de la prueba de Ciencias Naturales (2022) en Calendario B.



Nota. El gráfico presenta los promedios de la prueba Saber en Ciencias Naturales entre los años 2017 a 2022 calendario B. Tomado de Informe Nacional de Resultados Saber 11 – 2022

No obstante, persisten brechas en la comprensión de conceptos científicos, ya que los estudiantes ubicados en los niveles más altos de desempeño son minoría. Estos datos evidencian la necesidad de fortalecer estrategias didácticas innovadoras que faciliten la comprensión de fenómenos físicos complejos como el Movimiento Armónico Simple. (ICFES, 2023).

En el contexto institucional, el Instituto Caldas ha mantenido un desempeño aceptable en el área de Ciencias Naturales en las pruebas SABER 11, con puntajes promedio de 64,7 en 2022, 68,1 en 2023 y 66,8 en 2024 (Instituto Caldas, 2025). Si bien estos resultados superan la media nacional, persisten dificultades en la competencia científica, particularmente en la aplicación de modelos físicos, el análisis de sistemas oscilatorios y la interpretación de expresiones matemáticas. Estas debilidades han sido identificadas también por docentes del área, quienes han señalado vacíos conceptuales recurrentes en temas como el Movimiento Armónico Simple,

afectando la apropiación significativa de los contenidos. Esta situación refuerza la necesidad de adoptar estrategias pedagógicas innovadoras, como el uso de Objetos Virtuales de Aprendizaje, que favorezcan la exploración interactiva y el desarrollo autónomo del conocimiento en Física.

En este sentido, la implementación de un Objeto Virtual de Aprendizaje como *OndaNova* podría contribuir significativamente al mejoramiento del aprendizaje en Física, permitiendo a los estudiantes explorar de manera interactiva los principios fundamentales de esta disciplina y superar las limitaciones observadas en los resultados de las pruebas de Estado (ICFES, 2023).

El impacto del proyecto no se limita únicamente al ámbito académico, sino que también repercute en dimensiones sociales, metodológicas y teóricas. Desde lo social, la integración de un OVA en el proceso educativo fomenta el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, competencias clave en la formación de ciudadanos capaces de afrontar los desafíos del mundo contemporáneo (Villamizar et al., 2020). Asimismo, la incorporación de tecnologías interactivas en el aula contribuye a reducir la brecha digital, ofreciendo a los estudiantes herramientas que enriquecen su experiencia de aprendizaje.

En el plano metodológico, *OndaNova* responde a la necesidad de adoptar enfoques pedagógicos que promuevan la construcción activa del conocimiento. Basado en los principios del constructivismo y el aprendizaje significativo, este recurso permite experimentar con el MAS a través de simulaciones digitales, facilitando tanto la comprensión conceptual como la aplicación del conocimiento en contextos reales (Villacrez & Oliva, 2024). Esta estrategia representa un avance respecto a las metodologías tradicionales, centradas en la transmisión unidireccional de contenidos.

Desde la perspectiva teórica, la implementación de *OndaNova* aporta a la investigación educativa en ciencias al explorar el impacto de los OVA en el abordaje de fenómenos complejos.

Estudios recientes evidencian que la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de la Física no solo mejora la comprensión, sino que también fortalece el desarrollo de competencias científicas esenciales en la formación académica (Pazos & Herrera, 2024). La experiencia generada con este proyecto podrá servir de referencia para futuras investigaciones orientadas al uso de OVA en otras disciplinas del área de Ciencias Naturales.

Los beneficios de *OndaNova* alcanzan a diversos actores de la comunidad educativa. Para los estudiantes, constituye una oportunidad de aprendizaje más significativa, que favorece el rendimiento académico y el desarrollo de habilidades clave. Para los docentes, representa un recurso didáctico que complementa sus estrategias pedagógicas y facilita la explicación de contenidos abstractos. A nivel institucional, fortalece el compromiso con la innovación educativa y la integración de TIC, posicionando a la escuela como referente en la implementación de metodologías activas en el aula.

Ignorar el problema identificado implicaría que las dificultades en la enseñanza del MAS persistan, afectando el aprendizaje y limitando la capacidad de los estudiantes para aplicar estos conceptos en diferentes contextos. La continuidad de métodos tradicionales poco motivadores seguiría impactando negativamente el desempeño académico. Además, la escasa integración de recursos tecnológicos en el aula mantendría la brecha entre el sistema educativo y las dinámicas actuales del aprendizaje. Por estas razones, la implementación de *OndaNova* representa una acción necesaria para dinamizar la enseñanza de la Física, consolidar el uso pedagógico de herramientas digitales y fomentar experiencias de aprendizaje más pertinentes, funcionales y transformadoras.

2. Descripción del Problema

2.1 Descripción del Problema

La enseñanza de la Física en la educación secundaria enfrenta múltiples desafíos debido a la dificultad de visualizar y contextualizar sus principios de forma tangible. Esta situación genera una brecha entre la teoría y la práctica, dificultando la comprensión de conceptos fundamentales y afectando negativamente el desempeño académico. En el Instituto Caldas de Bucaramanga, esta problemática se hace evidente particularmente en el aprendizaje del Movimiento Armónico Simple (MAS), un fenómeno que, por su carácter abstracto y su carga matemática, representa un reto para los estudiantes de grado once. La ausencia de estrategias didácticas que favorezcan una apropiación significativa del conocimiento ha sido señalada como un obstáculo persistente en este proceso (Bohórquez, 2024).

Los bajos resultados en evaluaciones relacionadas con el MAS, la escasa motivación estudiantil y la dificultad para aplicar los conceptos en contextos reales sugieren que las metodologías empleadas no están generando aprendizajes duraderos. Frecuentemente, los estudiantes recurren a la memorización de fórmulas y procedimientos sin comprender los principios físicos que los sustentan, lo que impide la transferencia de conocimiento, así como el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas (Morales, 2022). Esta situación impacta no solo su rendimiento, sino también su percepción del área y su valoración sobre la aplicabilidad de la Física en la vida cotidiana, tal como ha sido documentado en la literatura educativa (Chiu & Chai, 2021).

Las estrategias tradicionales, centradas en clases magistrales y resolución de ejercicios en papel, no siempre facilitan la comprensión de fenómenos como el MAS. Si bien algunos docentes incorporan recursos audiovisuales o simulaciones, estos suelen ser utilizados de forma

puntual y no como parte de una secuencia estructurada que promueva la interacción, el descubrimiento y la experimentación significativa (Prensky, 2021). Además, aunque la institución dispone de laboratorios, la falta de equipos específicos limita la posibilidad de realizar prácticas experimentales que permitan observar y manipular este tipo de movimiento en profundidad (Rosales et al., 2016).

Otro aspecto relevante es la baja integración de tecnologías interactivas en el aula. A pesar de que los recursos digitales han demostrado ser efectivos en la enseñanza de conceptos abstractos, aún se evidencian limitaciones en su incorporación dentro de la planeación pedagógica del Instituto Caldas. La ausencia de materiales digitales diseñados específicamente para la enseñanza del MAS y la falta de formación docente en el uso de estas herramientas restringen su aprovechamiento y reducen su impacto en el aprendizaje (Quintero, 2020).

Ante este panorama, se hace evidente la necesidad de implementar estrategias innovadoras que contribuyan a transformar la enseñanza del MAS. En este contexto, el diseño de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) como *OndaNova* representa una alternativa viable, al ofrecer un entorno interactivo donde los estudiantes puedan explorar autónomamente los principios del fenómeno, visualizar su comportamiento en diversos escenarios y manipular variables para comprender su incidencia en los sistemas físicos analizados (Shemshack et al., 2021).

2.2 Planteamiento del Problema

¿De qué manera el Objeto Virtual de Aprendizaje “OndaNova” puede facilitar la comprensión del Movimiento Armónico Simple y el fortalecimiento del desarrollo de competencias científicas en los estudiantes de grado 11 del Instituto Caldas de Bucaramanga?

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Implementar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) para la enseñanza del Movimiento Armónico Simple en estudiantes de grado 11 del Instituto Caldas de Bucaramanga, con el propósito de fortalecer su comprensión de este fenómeno físico a través de recursos digitales interactivos.

3.2 Objetivos Específicos

Desarrollar estrategias didácticas interactivas en el OVA que favorezcan la exploración y comprensión autónoma del Movimiento Armónico Simple por parte de los estudiantes.

Elaborar un Objeto Virtual de Aprendizaje que facilite la enseñanza del Movimiento Armónico Simple mediante recursos digitales e interacciones dinámicas.

Evaluar el impacto del OVA en la comprensión del Movimiento Armónico Simple a través de prueba diagnóstica y prueba de conocimiento después de su implementación.

4. Marco Referencial

4.1 Marco Histórico

El desarrollo de entornos educativos mediados por herramientas tecnológicas ha sido ampliamente investigado a nivel internacional con el propósito de mejorar la calidad y accesibilidad en la enseñanza de las ciencias. Diversos estudios han demostrado que el uso de OVA y laboratorios virtuales favorece la comprensión de conceptos complejos, promoviendo un aprendizaje más dinámico, autónomo e interactivo.

En este contexto, Solano Hernández (2023), en su tesis doctoral en la Universitat de Barcelona, propuso una estrategia metodológica para integrar las TIC en la formación de docentes en ciencias, destacando la importancia de desarrollar competencias digitales para una

implementación efectiva de recursos educativos digitales. Su investigación respalda el enfoque de *OndaNova*, al resaltar que la formación docente en el uso de plataformas digitales es clave para mejorar la enseñanza de fenómenos complejos como el MAS.

De manera complementaria, Delgado Coellar (2020), en la Universidad Virtual Hispánica de México, abordó el diseño y planificación de OVA a partir de un modelo didáctico, enfatizando que una estructura pedagógica clara y organizada facilita la comprensión de fenómenos físicos. Este planteamiento se alinea con los objetivos de *OndaNova*, que busca ofrecer recursos digitales bien estructurados para potenciar el aprendizaje.

En el ámbito nacional, también se han desarrollado experiencias significativas que evidencian el potencial de los OVA en la enseñanza de la física y otras ciencias. Gutiérrez Cáceres (2023), desde la Universidad Pedagógica Nacional, diseñó una estrategia didáctica basada en OVA para la enseñanza de la robótica, demostrando mejoras en la comprensión técnica, la motivación y la participación de los estudiantes. Estos resultados reafirman el valor pedagógico de integrar tecnologías digitales en el aula.

Por su parte, Maca Sosa (2023), en la Universidad de Cartagena, mostró cómo el uso de un OVA combinado con metodologías colaborativas fortaleció la enseñanza del movimiento ondulatorio, incrementando la comprensión de conceptos y el trabajo en equipo. Este estudio se vincula directamente con *OndaNova*, al enfatizar el aprendizaje activo en entornos virtuales mediante simulación y cooperación.

Así mismo, Estrada Villa (2022), también desde la Universitat de Barcelona pero en contexto colombiano, analizó la investigación formativa mediada por TIC, demostrando que la integración tecnológica en procesos educativos fortalece tanto la comprensión conceptual como el desarrollo de habilidades científicas y colaborativas. Estos hallazgos respaldan el uso de

herramientas digitales en el aprendizaje del MAS, especialmente al fomentar la experimentación, la reflexión crítica y la resolución de problemas en entornos virtuales.

Por otro lado, Parada Botia (2020), en la Universidad Autónoma de Bucaramanga, diseñó un OVA para el aprendizaje musical en estudiantes de séptimo grado. Su investigación evidenció mejoras significativas en la comprensión y motivación, resaltando además que este tipo de recurso puede adaptarse a distintas áreas del conocimiento, lo cual fortalece su aplicabilidad en campos como la física.

Además, Barreto-Farfán (2020), en la Universitat Oberta de Catalunya, estudió las interacciones en entornos virtuales de aprendizaje y su relación con la autorregulación. Aunque su enfoque fue más general, sus conclusiones sobre la importancia de la interacción con recursos digitales resultan pertinentes para el diseño de OVA enfocados en contenidos complejos como los que aborda OndaNova.

De forma adicional, Roncancio Becerra (2019), en la Universidad Santo Tomás, aplicó el sistema LORI para evaluar la flexibilidad y pertinencia de entornos virtuales, concluyendo que estos permiten una mayor interacción con los contenidos, favoreciendo la adaptación a diferentes ritmos de aprendizaje y la retención del conocimiento.

Finalmente, Pinilla Acevedo (2018), en la Universidad Cuauhtémoc, evidenció que el uso de plataformas virtuales facilita la apropiación conceptual en física y motiva al estudiante hacia un aprendizaje más participativo.

En conjunto, estas investigaciones ofrecen un respaldo sólido al uso de tecnologías digitales para la enseñanza del MAS, aportando fundamentos teóricos y metodológicos relevantes para el desarrollo de *OndaNova*. Su implementación permitirá transformar las

prácticas pedagógicas, facilitando la comprensión de contenidos complejos y potenciando aprendizajes significativos en los estudiantes de educación media.

4.2 Marco Teórico

En este marco se desarrollan los fundamentos conceptuales que sustentan la investigación OndaNova. Para ello, se abordan los principios del constructivismo y el aprendizaje significativo, que proporcionan el sustento teórico para el diseño e implementación del OVA. Además, se analizan las ventajas pedagógicas del uso de tecnologías interactivas en la enseñanza de la física, destacando su impacto en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes.

Constructivismo. El constructivismo, en su enfoque clásico, se fundamenta en la obra de Jean Piaget, quien sostiene que el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción activa realizada por el sujeto a partir de su interacción con el entorno. Según Piaget (1972), el aprendizaje ocurre cuando el estudiante enfrenta desequilibrios cognitivos que lo obligan a reorganizar sus esquemas mentales, dando lugar a un proceso de asimilación y acomodación. En el contexto educativo, esta perspectiva promueve la creación de ambientes donde el estudiante tenga oportunidades para explorar, formular hipótesis y validar sus ideas mediante la experiencia directa, elementos que se ven favorecidos en entornos digitales interactivos como los Objetos Virtuales de Aprendizaje.

Socioconstructivismo. Desde el enfoque socioconstructivista propuesto por Lev Vygotsky, el aprendizaje es entendido como un proceso social mediado por herramientas culturales y por la interacción con otros más experimentados. Uno de sus aportes más influyentes es el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), que representa la distancia entre lo que un estudiante puede hacer de manera autónoma y lo que puede lograr con ayuda de un mediador. En

este proyecto, el OVA OndaNova se concibe como una herramienta pedagógica que actúa como mediador digital, guiando al estudiante a través de simulaciones, retroalimentaciones y actividades interactivas. De esta forma, se favorece la construcción del conocimiento dentro de un entorno estructurado y acompañante, alineado con la propuesta de Vygotsky (1978).

Mediación pedagógica. Complementando esta visión, Coll (2020) plantea que el rol del docente como mediador del aprendizaje es esencial en entornos educativos intencionados. Desde su perspectiva, el diseño didáctico debe generar experiencias de aprendizaje significativas a través de la secuenciación adecuada de contenidos, la contextualización de los saberes y la adaptación a las características del estudiante. En este sentido, el OVA OndaNova integra estrategias instruccionales que permiten al estudiante avanzar progresivamente en la comprensión del Movimiento Armónico Simple, mediante actividades que estimulan la exploración autónoma y ofrecen acompañamiento estructurado. Esta mediación digital responde a los principios del aprendizaje significativo, fortaleciendo la relación entre los nuevos contenidos y los conocimientos previos del estudiante.

En el contexto de la enseñanza de la física, el constructivismo enfatiza la necesidad de proporcionar escenarios de aprendizaje donde los estudiantes puedan experimentar, simular y reflexionar sobre los fenómenos físicos. Según Jaimes y López (2021), los laboratorios virtuales permiten una construcción progresiva del conocimiento al posibilitar la interacción intuitiva y significativa con dichos fenómenos. Estos entornos digitales permiten modificar variables, observar resultados y generar conclusiones, promoviendo un aprendizaje profundo y reflexivo.

El OVA OndaNova se fundamenta en este enfoque, ya que permite a los estudiantes explorar el MAS de manera interactiva, ajustando variables y observando los efectos en tiempo real. Esto propicia un aprendizaje autónomo y reflexivo, donde el estudiante puede formular

hipótesis, comprobarlas y construir su conocimiento mediante la experimentación. Además, al utilizar un laboratorio virtual como herramienta didáctica, se refuerza la aplicación del constructivismo en la enseñanza de la física (Martínez et al., 2018).

Aprendizaje Significativo. El aprendizaje significativo, propuesto por Ausubel (1968), postula que los nuevos conocimientos deben relacionarse de manera sustancial con la estructura cognitiva del estudiante para ser asimilados de forma efectiva. Este enfoque considera que el aprendizaje ocurre cuando los conceptos nuevos se integran a esquemas previos, generando conexiones lógicas y duraderas en la memoria (Novak, 2021). Destaca, por tanto, la importancia de vincular la información nueva con lo que el estudiante ya conoce.

En la educación en física, el aprendizaje es más efectivo cuando se utilizan estrategias didácticas que conectan los contenidos teóricos con aplicaciones prácticas. Estudios recientes (Trujillo & Ormeño, 2024) han demostrado que los laboratorios virtuales permiten generar aprendizaje significativo mediante la interacción con representaciones visuales y manipulables de los fenómenos físicos.

Estos entornos digitales facilitan la representación gráfica y la manipulación de conceptos abstractos, promoviendo una mejor relación entre teoría y práctica.

En el caso de *OndaNova*, la metodología empleada permite que los estudiantes experimenten con las variables del MAS en un entorno digital, facilitando la conexión entre los conceptos teóricos y su aplicación práctica. El uso de herramientas interactivas fomenta la exploración y la construcción de significados propios, lo que refuerza el aprendizaje autónomo y profundo.

La integración de elementos visuales, animaciones y ejercicios prácticos permite una asimilación más efectiva de los conceptos físicos (Pérez, 2022).

El aprendizaje multimodal. Este tipo de aprendizaje reconoce que los estudiantes procesan la información a través de múltiples canales sensoriales, como lo visual, lo auditivo y lo kinestésico. Desde esta perspectiva, la combinación de diversos modos de representación potencia la comprensión y retención del conocimiento, especialmente en disciplinas como la física, donde abundan los conceptos abstractos. Según Kalantzis y Cope (2020), un entorno de aprendizaje que incorpora texto, imagen, animación, sonido e interacción favorece la construcción de significados más ricos y duraderos. En el caso de *OndaNova*, la integración de simulaciones, videos, infografías y ejercicios manipulables responde directamente a esta propuesta, permitiendo que el estudiante interactúe con los contenidos desde múltiples vías cognitivas. Esta diversidad de estímulos contribuye a fortalecer el aprendizaje autónomo, significativo y contextualizado, haciendo del entorno virtual una experiencia integral y accesible para distintos estilos de aprendizaje.

Teoría del Cambio y Evaluación Basada en Resultados. La Teoría del Cambio es un enfoque utilizado en contextos educativos para planificar, implementar y evaluar intervenciones pedagógicas mediante una lógica de transformación. Su propósito es identificar claramente los cambios esperados en el comportamiento, el conocimiento o las habilidades de los beneficiarios, y vincularlos con las acciones realizadas y los resultados obtenidos. Este enfoque permite estructurar una cadena lógica entre insumos, actividades, productos, resultados e impactos, facilitando así una evaluación sistemática del efecto de la intervención (Valle Taiman et al. 2022). En el contexto del presente proyecto, la aplicación del pretest y posttest permitió recoger evidencia objetiva sobre los resultados del OVA OndaNova en el aprendizaje del Movimiento Armónico Simple, alineándose con los principios de la evaluación basada en resultados. Este

enfoque respalda la interpretación del impacto observado como consecuencia directa de la intervención educativa planificada.

4.3 Marco Conceptual

El avance de las herramientas digitales ha transformado el proceso de enseñanza y aprendizaje, facilitando la interacción con el conocimiento y permitiendo una mayor personalización. En este contexto, los docentes desempeñan un papel fundamental como mediadores, guiando a los estudiantes en el uso adecuado de estas tecnologías para potenciar su desarrollo académico. Según (Trujillo & Ormeño, 2024), la integración de TIC en la educación científica permite la implementación de metodologías más dinámicas e interactivas, donde el estudiante asume un rol activo en la construcción del conocimiento.

Objetos Virtuales de Aprendizaje. Se han consolidado como un recurso clave para mejorar la enseñanza de la física, facilitando la experimentación a través de entornos digitales interactivos. Según (Ramírez & Colmenares, 2021), estos recursos permiten a los estudiantes fortalecer su comprensión conceptual mediante la práctica guiada y la exploración autónoma. OndaNova aprovecha estos recursos para ofrecer un espacio de aprendizaje que combina teoría y práctica, permitiendo que los estudiantes manipulen variables, observen sus efectos en tiempo real y fortalezcan su comprensión a través de simulaciones y laboratorios virtuales. Esta metodología no solo refuerza la motivación y el interés por la materia, sino que también desarrolla competencias científicas y tecnológicas esenciales para su formación. Al mismo tiempo, el uso de OVA brinda a los docentes nuevas estrategias pedagógicas, enriqueciendo su enseñanza y adaptándola a las necesidades del contexto educativo actual.

La combinación de estas herramientas digitales con estrategias didácticas innovadoras moderniza la enseñanza de la física, haciendo que los conceptos científicos sean más accesibles,

dinámicos y contextualizados. Según (López et al., 2023), la integración de entornos interactivos en la educación mejora la retención del conocimiento y potencia la motivación de los estudiantes.

A través de OndaNova, se fortalece el aprendizaje significativo, proporcionando experiencias interactivas que permiten a los estudiantes desarrollar una comprensión más profunda de los fenómenos físicos. Con este enfoque, se optimiza la experiencia educativa para docentes y estudiantes, promoviendo un aprendizaje más efectivo y alineado con las necesidades del mundo actual.

Movimiento Armónico Simple (MAS). Es un tipo de movimiento oscilatorio en el que un cuerpo se desplaza en torno a una posición de equilibrio bajo la acción de una fuerza restauradora proporcional a su desplazamiento. Matemáticamente, se describe mediante ecuaciones diferenciales de segundo orden que expresan la relación entre la aceleración del objeto y su posición respecto al punto de equilibrio. Su ecuación general para la elongación es:

$$y(x, t) = A \cos(\omega t + kx + \varphi)$$

Donde A es la amplitud, ω es la frecuencia angular, k es el número de onda y φ es la fase inicial. Este movimiento es característico de diversos sistemas físicos, como el péndulo simple, los resortes y las ondas mecánicas, y se encuentra ampliamente presente en aplicaciones de ingeniería y tecnología.

Además, el MAS posee propiedades fundamentales como la conservación de la energía mecánica, donde la energía potencial elástica y la energía cinética se transforman continuamente una en la otra sin que haya pérdidas en un sistema ideal (Serway & Jewett, 2021).

En términos de cinemática, la velocidad y la aceleración del MAS están dadas por las siguientes ecuaciones:

$$v(x, t) = A\omega \text{Sen}(\omega t + kx + \varphi)$$

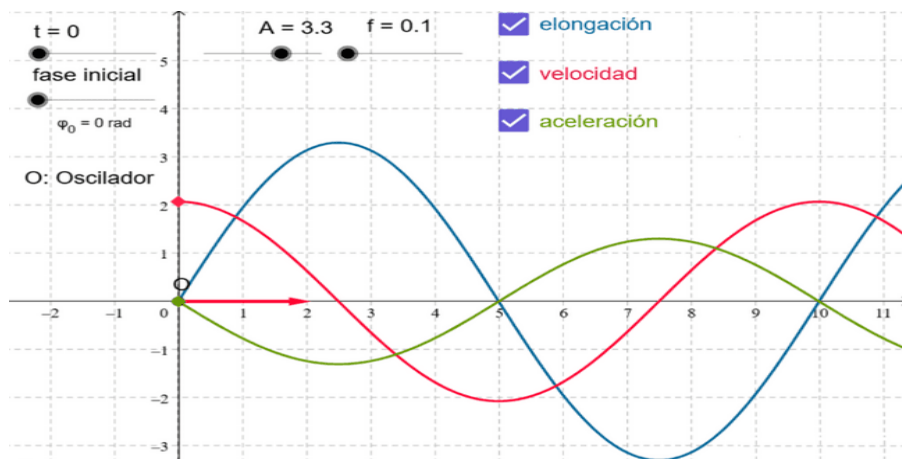
$$a(x, t) = -A\omega^2 \text{Cos}(\omega t + kx + \varphi)$$

La velocidad es máxima cuando la partícula pasa por el punto de equilibrio y mínima en los extremos de la oscilación, mientras que la aceleración es máxima en los extremos y mínima en el punto de equilibrio.

Estas ecuaciones muestran cómo la velocidad y la aceleración están siempre desfasadas 90° respecto a la posición, lo que caracteriza la naturaleza oscilatoria del MAS.

Figura 5.

Elongación, velocidad y aceleración del MAS



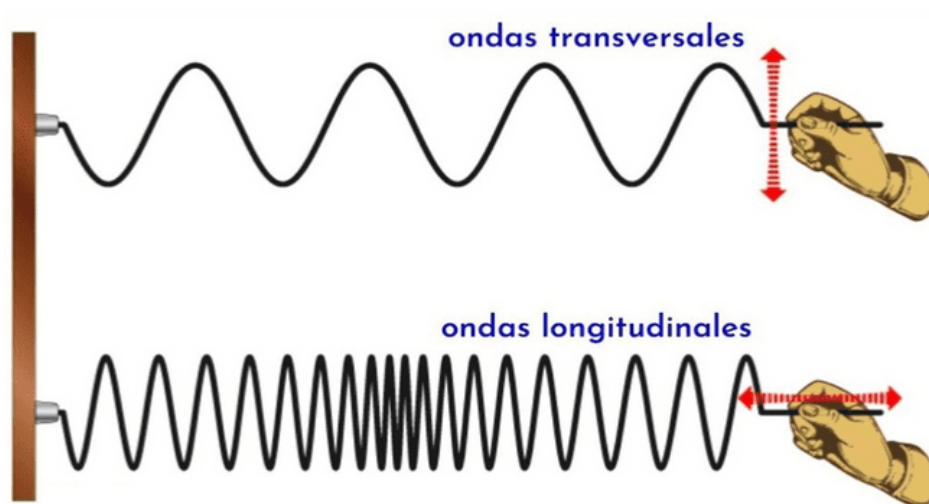
Nota. El gráfico presenta las diferentes amplitudes y tiempos de un oscilador armónico. Tomado de geogebra.org

En la enseñanza de la física, el estudio del MAS permite a los estudiantes comprender conceptos de oscilaciones y vibraciones, los cuales tienen aplicaciones prácticas en campos como la acústica, la óptica y la ingeniería estructural. La experimentación con este fenómeno a través de simulaciones interactivas mejora la comprensión y favorece el aprendizaje de sus principios fundamentales.

Ondas transversales y longitudinales. Dentro del contexto del MAS, también es fundamental abordar la naturaleza de las ondas. Las ondas transversales son aquellas en las que las partículas del medio oscilan perpendicularmente a la dirección de propagación (como en una cuerda).

Figura 6.

Ondas transversales y longitudinales



Nota. Figura tomada de lifeder.com

En cambio, en las ondas longitudinales, las partículas oscilan en la misma dirección de propagación (como en el sonido). Estas características son esenciales para comprender los distintos fenómenos físicos abordados en OndaNova.

REDA (Recurso Educativo Digital Abierto). Los REDA son materiales digitales de acceso libre que pueden ser utilizados, adaptados, transformados y redistribuidos por docentes y estudiantes sin restricciones, en consonancia con licencias abiertas como Creative Commons. Según (González, 2023), estos recursos fomentan el aprendizaje autónomo, colaborativo y significativo, ya que promueven el acceso equitativo al conocimiento y permiten adaptaciones contextualizadas a las necesidades del entorno educativo. Los REDA se inscriben en la filosofía

de la educación abierta, impulsando la innovación pedagógica y fortaleciendo el papel activo del estudiante en su propio proceso de aprendizaje.

Simulaciones digitales (PhET, GeoGebra, Walter Fendt). El uso de simuladores como PhET, GeoGebra y Walter Fendt permite la visualización de conceptos complejos y la manipulación de variables en tiempo real. Estas herramientas, al ser interactivas, contribuyen significativamente a la comprensión de fenómenos físicos abstractos. De acuerdo con (Cruz & García, 2022), las simulaciones digitales incrementan la motivación, facilitan la observación de patrones y mejoran el rendimiento académico al favorecer una conexión directa entre la teoría y la práctica. En el desarrollo de OndaNova, estas simulaciones complementan los contenidos al permitir que los estudiantes experimenten de forma virtual con los fenómenos del MAS, promoviendo una comprensión más profunda, visual y significativa.

Laboratorios virtuales. Representan una revolución en la manera de aprender ciencias. Tradicionalmente, los experimentos en física han requerido equipos especializados y entornos controlados que, en ocasiones, no están al alcance de todas las instituciones. Sin embargo, según (Martínez et al., 2018), los laboratorios virtuales permiten a los estudiantes experimentar sin limitaciones de espacio, recursos o seguridad. En *OndaNova*, estos laboratorios digitales facilitan la exploración del MAS a través de entornos simulados, donde los estudiantes pueden ensayar una y otra vez hasta comprender a fondo los conceptos físicos involucrados. Son entornos digitales interactivos que simulan experimentos científicos y permiten a los estudiantes explorar conceptos a través de la manipulación de variables en un espacio controlado. Estos entornos han demostrado ser herramientas efectivas para mejorar el aprendizaje en física al proporcionar experiencias prácticas accesibles sin la necesidad de equipamiento físico (Jaimes & López, 2021).

El aprendizaje interactivo. Es un enfoque pedagógico que coloca a los estudiantes en el centro del proceso educativo, otorgándoles un papel activo en la construcción de su conocimiento. A diferencia de metodologías tradicionales en las que el aprendizaje se basa en la recepción pasiva de información, este enfoque fomenta la participación y la experimentación directa con los contenidos. Según (López et al., 2020), el aprendizaje interactivo no solo incrementa la motivación y el compromiso de los estudiantes, sino que también les permite adquirir conocimientos de manera más significativa y profunda. La integración de tecnologías digitales en este modelo facilita la exploración de conceptos mediante simulaciones, herramientas interactivas y entornos inmersivos que refuerzan la autonomía del estudiante.

OndaNova adopta este enfoque al brindar una plataforma en la que los estudiantes pueden interactuar directamente con los fenómenos físicos, manipulando variables y observando los efectos en tiempo real. Esta metodología fomenta la curiosidad científica, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, al tiempo que ofrece una experiencia de aprendizaje dinámica y adaptativa. Además, permite la colaboración entre pares, ya que los estudiantes pueden compartir sus hallazgos, debatir sobre los resultados obtenidos y construir colectivamente nuevas comprensiones sobre los principios de la física. En este sentido, el aprendizaje interactivo trasciende la simple adquisición de conocimientos, promoviendo competencias esenciales para el siglo XXI, como la creatividad, la comunicación efectiva y la capacidad de resolver problemas complejos.

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Han revolucionado la manera en que se accede, procesa y comparte el conocimiento en el ámbito educativo. Su integración en la enseñanza de la física permite no solo modernizar los procesos de aprendizaje, sino también adaptarlos a las necesidades de los estudiantes. En el contexto de *OndaNova*, las TIC facilitan la

creación de entornos de aprendizaje inmersivos e interactivos, que favorecen la comprensión de conceptos abstractos a través de recursos digitales innovadores, como simulaciones, laboratorios virtuales y modelos en 3D.

Además, las TIC promueven el desarrollo de habilidades esenciales, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, al permitir que los estudiantes manipulen variables y observen los efectos en tiempo real. Según (Trujillo & Ormeño, 2024), su incorporación en la educación científica fomenta metodologías didácticas más dinámicas y centradas en el aprendizaje activo. Al utilizar herramientas digitales, los estudiantes asumen un papel más protagónico en su formación, construyendo su conocimiento de manera autónoma y colaborativa.

Por otro lado, el uso de TIC también beneficia a los docentes, quienes pueden diversificar sus estrategias pedagógicas y personalizar la enseñanza según el ritmo y estilo de aprendizaje de cada estudiante. La accesibilidad y flexibilidad que ofrecen estas tecnologías hacen posible el aprendizaje sin barreras geográficas o temporales, ampliando las oportunidades educativas y promoviendo una educación más equitativa. En este sentido, *OndaNova* se convierte en un ejemplo de cómo las TIC pueden transformar la enseñanza de la física, acercando los conceptos científicos a los estudiantes a través de experiencias interactivas y significativas.

4.4 Marco Legal

Este proyecto se desarrolla en un marco normativo que integra tanto lineamientos internacionales, nacionales y locales, con el objetivo de mejorar la calidad educativa en Ciencias Naturales, en particular la enseñanza de la Física en la educación secundaria, mediante el uso de herramientas tecnológicas innovadoras como los OVA. Estas regulaciones buscan garantizar una

educación inclusiva, equitativa y de calidad, alineada con las demandas de un mundo digitalizado y tecnológicamente avanzado.

A nivel internacional, la educación ha sido un eje central en las recomendaciones y acuerdos promovidos por organismos multilaterales. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) ha resaltado la necesidad de integrar tecnologías digitales en los procesos de enseñanza para fomentar el acceso equitativo al conocimiento. La Declaración de Incheon, adoptada en 2015 durante el Foro Mundial sobre la Educación, establece compromisos para alcanzar los objetivos de la Agenda de Educación 2030, entre los cuales se encuentra la promoción de una educación científica inclusiva y de calidad. Esta iniciativa está alineada con el desarrollo de OndaNova, que busca mejorar el aprendizaje de la Física a través de la interacción con entornos virtuales y herramientas digitales accesibles (UNESCO, 2015). Asimismo, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en su Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4, destaca la importancia de fortalecer la educación en ciencias, tecnología e innovación como un medio para enfrentar los desafíos globales de la era digital (Naciones Unidas, 2015).

En el contexto nacional, la Constitución Política de Colombia, instituida en 1991 por la Asamblea Nacional Constituyente de Colombia. Establece el derecho que tienen los colombianos a la educación pública. Tal como se manifiesta en el Artículo 67, la (Constitución Política de Colombia, 1991), contempla:

La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formará al colombiano en el respeto a los

derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente.

Dejando en claro el interés de la Constitución Política en que se eduque a los colombianos tanto en la Ciencia como en la técnica, es decir los recursos tecnológicos y para la protección de su ambiente, temas clave que se abordan en el presente trabajo.

La Ley 115 de 1994 conocida como la Ley General de Educación, constituye la base de la educación en Colombia. Esta ley establece los principios orientadores de la educación básica y media, destacando la formación integral de los estudiantes y el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas. El Artículo 5 de esta ley define la educación como un proceso que debe contribuir al desarrollo social e intelectual de los estudiantes, promoviendo habilidades científicas en asignaturas clave como la física (Congreso de Colombia, 1994).

En coherencia con esta ley, el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, titulado "Colombia, potencia mundial de la vida", enfatiza la mejora de la calidad educativa en áreas científicas y tecnológicas. Este plan reconoce la necesidad de adoptar metodologías innovadoras en la enseñanza, tales como los laboratorios virtuales interactivos, que proporcionan una formación científica avanzada y adaptada a las demandas actuales de la sociedad (Departamento Nacional de Planeación, 2022).

Por otro lado, el Decreto 1860 de 1994, que reglamenta la Ley General de Educación, establece los parámetros para la organización de la educación básica y media en Colombia. Este decreto define los contenidos mínimos en las Ciencias Naturales, permitiendo una estructura curricular que integre tecnologías educativas y laboratorios virtuales, facilitando así una experiencia de aprendizaje más completa y significativa en física (Ministerio de Educación Nacional, 1994).

A su vez, la Ley de TIC del 30 de Julio del 2009, fomenta el acceso, uso y apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas fundamentales para el desarrollo social, económico y cultural del país. Esta legislación establece lineamientos que promueven la inclusión digital, especialmente en sectores educativos, donde las TIC son vistas como un medio para mejorar la calidad de la enseñanza y facilitar el aprendizaje significativo. En este sentido, su implementación en entornos escolares busca garantizar que tanto estudiantes como docentes tengan acceso a herramientas tecnológicas que potencien la innovación y el desarrollo de competencias digitales. Con respecto a la normativa tecnológica, se destacan artículos relacionados con la promoción de infraestructura tecnológica, la universalización del acceso a internet y el fortalecimiento de capacidades en el uso de estas tecnologías en todos los niveles educativos (Ley 1341 de 2009).

En cuanto a los lineamientos de competencias en Ciencias Naturales establecidos por el Ministerio de Educación Nacional, se proporciona una guía para el desarrollo de habilidades científicas en Física, enfatizando el uso de recursos digitales y experimentación virtual para una enseñanza más dinámica y adaptada a las necesidades de los estudiantes de educación secundaria (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

De manera coherente con estos lineamientos curriculares, el diseño pedagógico de OndaNova se articula con los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, específicamente en el área de física para grado 11, donde se espera que los estudiantes “expliquen fenómenos mecánicos mediante el análisis de interacciones, fuerzas y movimientos”. Igualmente, responde a los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), al propiciar que los estudiantes comprendan y relacionen conceptos como fuerza, masa, aceleración, frecuencia y periodo en el contexto del Movimiento Armónico Simple. Estas competencias se desarrollan

mediante actividades digitales interactivas y simulaciones que permiten manipular variables físicas y observar sus efectos en tiempo real. Además, la implementación de recursos digitales en este OVA se alinea con las disposiciones del Decreto 1075 de 2015, que promueve el uso pedagógico de tecnologías de la información y la comunicación para el fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

A nivel institucional, el Instituto Caldas ha incorporado en su Proyecto Educativo Institucional (PEI) estrategias que promueven la innovación pedagógica y el uso de TIC en el aula. Esta visión se refleja en la implementación de metodologías activas que buscan mejorar la enseñanza de las ciencias mediante la integración de herramientas digitales y experimentación virtual. *OndaNova* se inscribe dentro de este marco institucional, garantizando que su diseño y aplicación se ajusten a los lineamientos educativos del Instituto, fortaleciendo la enseñanza de la Física a través de recursos tecnológicos que potencien el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes (PEI Instituto Caldas, 2018).

5. Metodología

5.1 Tipo de Investigación

El presente estudio se enmarcó dentro de una investigación de tipo descriptivo, ya que buscó caracterizar el nivel de comprensión del Movimiento Armónico Simple a partir de los resultados obtenidos en pruebas de conocimiento aplicadas antes y después del uso de un recurso digital diseñado para tal fin. Este tipo de investigación permite detallar un fenómeno sin intervenirlo directamente, describiendo sus componentes, relaciones y efectos observables en un contexto real (Hernández, Fernández y Baptista, 2020). En este caso, se analizó cómo los estudiantes respondieron al uso del OVA en su proceso de aprendizaje, sin alterar de forma experimental las condiciones del entorno escolar.

5.2 Enfoque de Investigación

El enfoque de esta investigación fue cuantitativo, ya que se fundamentó en la recolección y análisis de datos numéricos para medir el impacto de OndaNova en el aprendizaje del Movimiento Armónico Simple. Este enfoque permitió aplicar instrumentos estandarizados como pruebas diagnósticas y de salida, cuyos resultados fueron tratados mediante técnicas estadísticas. Las variables consideradas fueron operacionalizadas en función de indicadores observables y medibles, lo que permitió su tratamiento cuantitativo de manera coherente con los objetivos del estudio. Según Creswell (2021), la investigación cuantitativa permite obtener información objetiva a través de la medición de variables, facilitando el análisis comparativo entre diferentes momentos del proceso educativo.

5.3 Diseño de Investigación

El estudio adoptó un diseño de campo, ya que se desarrolló en el contexto natural de los estudiantes sin intervenir ni controlar variables externas en un entorno experimental. Según Sampieri et al. (2020), la investigación de campo permite obtener datos directamente del ambiente en el que ocurre el fenómeno de estudio, conservando las condiciones auténticas del proceso educativo.

En este caso, se aplicó inicialmente una prueba diagnóstica para identificar los conocimientos previos sobre el Movimiento Armónico Simple. Posteriormente, se implementó el recurso digital OndaNova como estrategia de enseñanza, y al finalizar la intervención se aplicó un postest con el fin de valorar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes a lo largo de la experiencia.

5.3.1 Fases de Investigación

Tabla 1.

Descripción desarrollo de objetivos

Titulo	Objetivo General	Objetivo Objetivos Específicos	Fases	Resultado
	Implementar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) para la enseñanza del Movimiento Armónico Simple en estudiantes de grado 11 del Instituto Caldas.	<p>Objetivo específico 1 Desarrollar estrategias didácticas interactivas en el OVA que favorezcan la exploración y comprensión autónoma del Movimiento Armónico Simple por parte de los estudiantes.</p>	Diseño instruccional con base en los RAC y el modelo ADDIE, integración de simulaciones, actividades interactivas y recursos gráficos contextualizados.	Estrategias didácticas digitales integradas en el OVA, orientadas al aprendizaje autónomo y significativo del MAS.
		<p>Objetivo específico 2 Elaborar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) que facilite la enseñanza del Movimiento Armónico Simple mediante recursos digitales e interacciones dinámicas.</p>	Revisión de plataformas digitales, selección de eXeLearning, estructuración del contenido y diseño de los módulos del OVA.	Desarrollo de un OVA estructurado en cinco módulos temáticos con simulaciones, videos, lecturas y actividades interactivas.
		<p>Objetivo específico 3 Evaluar el impacto del OVA en la comprensión del Movimiento Armónico Simple a través de una prueba diagnóstica inicial y una prueba de salida, aplicadas antes y después de su implementación.</p>	Aplicación del pretest, implementación del OVA en contexto escolar, aplicación del postest, análisis estadístico mediante Excel y prueba t de Student para muestras relacionadas.	Evidencia del impacto positivo del OVA en el aprendizaje del MAS, respaldada por el análisis de resultados y la mejora en las pruebas de conocimiento.

Nota. La tabla presenta la secuencia metodológica seguida para el desarrollo del proyecto, articulando cada objetivo específico con sus respectivas fases de ejecución y los resultados obtenidos.

5.4 Propósito de Investigación

La investigación tuvo un carácter aplicado, ya que su propósito fue desarrollar y evaluar un recurso educativo digital orientado a mejorar la enseñanza del Movimiento Armónico Simple en el nivel de educación media. Según Valle Taiman et al. (2022), la investigación aplicada se

orienta a proponer soluciones concretas frente a problemáticas reales en entornos educativos. En este caso, se buscó diseñar un recurso innovador que fortaleciera la enseñanza de la física y optimizara el proceso de aprendizaje de los estudiantes de grado 11 mediante el uso de herramientas tecnológicas interactivas.

En este caso, se diseñó e implementó un Objeto Virtual de Aprendizaje que integró recursos digitales interactivos, con el objetivo de fortalecer las competencias científicas de los estudiantes en el área de Física y promover un aprendizaje más autónomo, contextualizado y significativo.

5.5 Población y Muestra Poblacional

El Instituto Caldas es una institución educativa privada ubicada en el barrio El Cacique de la ciudad de Bucaramanga, Santander (Colombia). Cuenta con una única sede y hace parte de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB). Ofrece formación académica desde preescolar hasta media vocacional, atendiendo a estudiantes de estratos socioeconómicos 4 y 5 en jornada diurna, de 6:30 a.m. a 3:30 p.m., con una población superior a los 1.000 alumnos.

El estudio se dirigió al grupo 11A de dicha institución, compuesto por 30 estudiantes entre los 15 y 16 años de edad, de los cuales 18 eran hombres y 12 mujeres. La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando tanto la disponibilidad del grupo como la autorización institucional para participar en el proceso investigativo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), este tipo de muestreo se aplica cuando los investigadores seleccionan los casos accesibles y disponibles en el contexto donde se desarrolla el estudio, siendo común en investigaciones aplicadas en el campo educativo. En este caso, los criterios de inclusión fueron estar matriculado en grado 11 y cursar la asignatura de

Física; se excluyeron aquellos estudiantes que no otorgaron el consentimiento informado o no participaron en las pruebas aplicadas.

5.6 Técnicas de Recolección de la Información

Para la recolección de información se aplicaron dos pruebas de conocimientos estructuradas en formato digital: un pretest y un postest, diseñados para evaluar el nivel de comprensión del Movimiento Armónico Simple antes y después de la implementación del OVA. Ambos instrumentos incluyeron preguntas de opción múltiple orientadas al análisis conceptual, la interpretación de fenómenos físicos y la aplicación de principios fundamentales del tema. Estas pruebas permitieron recolectar respuestas estructuradas, susceptibles de análisis estadístico, con base en criterios objetivos de evaluación.

La validación de los instrumentos fue realizada por la institución académica, a través de los mecanismos establecidos para avalar la pertinencia y coherencia de las herramientas utilizadas en procesos investigativos. Este procedimiento garantizó que las pruebas respondieran adecuadamente a los objetivos del estudio y permitieran recolectar información fiable y contextualizada.

5.7 Técnicas de Análisis de la Información

El análisis de la información recolectada se realizó mediante procedimientos estadísticos básicos, utilizando la herramienta Microsoft Excel. Se aplicaron técnicas de estadística descriptiva para calcular medidas de tendencia central como la media y medidas de dispersión como la desviación estándar, tanto para los resultados del pretest como del postest. Estos indicadores permitieron establecer una comparación objetiva entre el desempeño inicial de los estudiantes y el nivel de comprensión alcanzado tras la implementación del OVA, facilitando así una lectura general del impacto del recurso.

Con el fin de establecer si la implementación del OVA OndaNova produjo un efecto significativo en la comprensión del Movimiento Armónico Simple, se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

- *Hipótesis nula (H_0):* No existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y del postest aplicados a los estudiantes. Por tanto, la implementación del OVA no tuvo un impacto significativo en la comprensión del Movimiento Armónico Simple.
- *Hipótesis alterna (H_1):* Existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y del postest, lo que indica que la implementación del OVA sí tuvo un impacto significativo en la comprensión del Movimiento Armónico Simple.

Estas hipótesis fueron contrastadas mediante el estadístico t de Student para muestras relacionadas, utilizando los puntajes obtenidos en ambos instrumentos como base para el análisis comparativo. Esta prueba inferencial permitió determinar si la diferencia entre los resultados del pretest y del postest era estadísticamente significativa, es decir, si el cambio observado podía atribuirse al uso del OVA y no al azar. Este procedimiento fortaleció la validez de los resultados al proporcionar evidencia cuantitativa sobre el impacto de OndaNova en la enseñanza del Movimiento Armónico Simple, entendiendo el concepto impacto como el logro de un resultado o cambio en una situación analizada y respaldando así el enfoque metodológico y pedagógico adoptado en el proyecto.

6. Desarrollo de Objetivos

6.1 Objetivo específico 1: Desarrollar estrategias didácticas interactivas en el OVA que favorezcan la exploración y comprensión autónoma del Movimiento Armónico Simple por parte de los estudiantes.

Diseño Instruccional ADDIE. Para cumplir este objetivo, se aplicó el modelo instruccional ADDIE, el cual permitió organizar de manera progresiva el diseño, producción e implementación del recurso educativo. A continuación, se presenta una síntesis de las fases aplicadas:

Tabla 2.

Síntesis del diseño instruccional basado en el modelo ADDIE para OndaNova

Fase del modelo ADDIE	Aplicación en el proyecto OndaNova
Análisis	Se identificaron las necesidades de aprendizaje sobre el Movimiento Armónico Simple mediante un pretest aplicado a estudiantes de grado 11. Se diagnosticaron vacíos conceptuales en variables físicas como frecuencia, amplitud y periodo, así como dificultades para interpretar gráficas y ecuaciones del MAS.
Diseño	Se estructuró una secuencia didáctica compuesta por cinco módulos temáticos progresivos. Cada módulo fue diseñado con objetivos específicos, resultados de aprendizaje esperados (RAC), actividades interactivas, simulaciones y autoevaluaciones. Se estimaron tiempos de dedicación y se planificó la navegación autónoma.
Desarrollo	Se elaboraron los contenidos y recursos digitales usando la herramienta eXeLearning. Se integraron simulaciones (PhET, GeoGebra, Vascak, Walter Fendt), videos educativos, cuestionarios interactivos y guías de trabajo. Todo el material fue organizado en una estructura modular e hipermedial.
Implementación	El OVA se puso en marcha a través de una plataforma web de libre acceso. Los estudiantes exploraron los módulos de manera autónoma y asincrónica, con actividades guiadas, simulaciones manipulables y retroalimentación inmediata. Se promovió el aprendizaje activo, significativo y multimodal.
Evaluación	Se aplicaron dos instrumentos cuantitativos (pretest y postest) para medir el impacto del OVA en la comprensión del MAS. Además, se integraron evaluaciones formativas dentro de cada módulo mediante actividades prácticas, autoevaluaciones y una prueba final tipo SABER.

Además del diseño instruccional secuenciado mediante el modelo ADDIE, se implementaron estrategias didácticas interactivas enfocadas en la visualización, manipulación y

aplicación autónoma de conceptos físicos. Cada módulo de OndaNova incorpora simuladores digitales que permiten a los estudiantes interactuar con variables como amplitud, frecuencia y periodo, lo que promueve el aprendizaje por descubrimiento y la construcción significativa del conocimiento. Estas actividades se complementan con videos explicativos, lecturas guiadas, glosarios conceptuales, autoevaluaciones con retroalimentación inmediata y una práctica de laboratorio virtual, lo cual refuerza el aprendizaje autónomo. Asimismo, se integraron actividades contextualizadas de análisis y resolución de problemas, que ayudan a conectar los contenidos del MAS con situaciones reales, fomentando tanto la comprensión conceptual como el pensamiento crítico. Estas estrategias se alinean con los principios del constructivismo y el aprendizaje significativo, al facilitar que los estudiantes avancen a su ritmo, formulen hipótesis, validen ideas y consoliden sus conocimientos mediante la experimentación digital.

Según González (2021), la implementación de objetos virtuales de aprendizaje diseñados con criterios pedagógicos e instruccionales favorece significativamente el desarrollo de competencias científicas, al permitir que los estudiantes interactúen con los contenidos desde un enfoque exploratorio y activo. En consonancia con este enfoque, se diseñó la siguiente estructura pedagógica del OVA, orientada a garantizar una experiencia formativa progresiva, coherente y contextualizada.

Figura 7.*Diseño Instruccional*

Nota: Etapas de ADDIE para OndaNova.

Este modelo contempla cinco fases interdependientes: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación, que permiten organizar de manera lógica y progresiva el proceso formativo, garantizando su alineación con los objetivos pedagógicos, las características del contexto y las necesidades del estudiante (Chacón, 2021).

A continuación, se presenta la plantilla general del diseño instruccional de OndaNova, elaborada con base en el modelo ADDIE y orientada a guiar la estructura pedagógica del recurso:

Tabla 3.*Plantilla de diseño instruccional de OndaNova*

Elemento	Descripción
Población objetivo	Estudiantes de grado 11 del Instituto Caldas de Bucaramanga.

Tema central	Movimiento Armónico Simple (MAS).
Objetivo general instruccional	Fortalecer la comprensión del MAS a través de un OVA con estrategias didácticas interactivas, promoviendo el aprendizaje autónomo y contextualizado.
Modelo instruccional	ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación).
Organización de contenidos	Cinco módulos temáticos: Explorando el MAS, Elementos básicos del MAS, Ecuaciones del MAS, Ondas, Desafía tus conocimientos.
Estrategias pedagógicas	Actividades guiadas, simulaciones interactivas, recursos audiovisuales, retroalimentación inmediata, práctica autónoma, retos aplicados.
Recursos digitales	PhET, GeoGebra, Walter Fendt, Vascak, YouTube, eXeLearning, infografías, cuestionarios interactivos, guías y secciones de repaso.
Duración total estimada	13 horas
Criterios de evaluación	Diagnóstico inicial (pretest), evaluación formativa por módulo (cuestionarios), evaluación final tipo SABER e informe de laboratorio virtual.

En síntesis, el desarrollo de este objetivo permitió consolidar un OVA con un diseño instruccional robusto, fundamentado en principios pedagógicos y estrategias didácticas que promueven la exploración, la visualización y el aprendizaje autónomo del Movimiento Armónico Simple. La estructura modular, la integración de simuladores, la planificación instruccional y los recursos interactivos reflejan la coherencia entre el diagnóstico inicial, los objetivos educativos y las herramientas tecnológicas utilizadas.

Fase I: Análisis. En esta fase se llevó a cabo la identificación de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes de undécimo grado frente a la temática del Movimiento Armónico Simple (MAS). Se determinó que para lograr una comprensión adecuada de este contenido es necesario que los estudiantes cuenten con conocimientos previos en áreas fundamentales de la física como la cinemática, la estática y la dinámica, así como con habilidades matemáticas en geometría, trigonometría y resolución de ecuaciones. Igualmente, se requiere dominio en la interpretación de gráficas que representen variables físicas en función del tiempo. Como

herramienta de apoyo diagnóstico, se aplicó un pre test, el cual permitió establecer el nivel de conocimiento inicial del grupo y, a partir de sus resultados, ajustar las estrategias pedagógicas, la secuencia de actividades y los recursos del OVA a las características y necesidades reales de los estudiantes (Montoya, 2020).

Fase 2: Diseño. A partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial, se estructuró una secuencia didáctica compuesta por cinco módulos temáticos, organizados de manera progresiva y coherente con el enfoque pedagógico del OVA. Cada módulo responde a una intención formativa específica y contempla una serie de actividades que integran momentos de exploración, conceptualización, aplicación, evaluación y retroalimentación continua, lo cual permite acompañar al estudiante en su proceso de aprendizaje, corregir errores a tiempo y consolidar sus avances.

La planificación de esta secuencia incluyó la formulación de objetivos de aprendizaje, la organización de los contenidos, el diseño de recursos interactivos y la estimación del tiempo que los estudiantes dedicarían a cada módulo. Esta estructura promueve el desarrollo de competencias científicas y la autonomía, permitiendo que cada estudiante avance a su propio ritmo con apoyo constante. Según Jonassen (2019), un diseño instruccional efectivo debe responder a las necesidades reales del aprendiz mediante tareas auténticas, recursos pertinentes y oportunidades constantes de reflexión y ajuste, aspectos que se consideran clave para la construcción activa del conocimiento.

Tabla 4.*Módulos OndaNova*

Modulo	Tiempo estimado	Competencias	RAC
Explorando	2 horas	Reconoce situaciones del entorno relacionadas con el Movimiento Armónico Simple.	Identificar ejemplos de MAS en fenómenos cotidianos y argumenta su elección con base en observaciones.
Elementos básicos del MAS	2 horas	Identifica y describe las variables fundamentales del MAS: amplitud, periodo y frecuencia.	Explicar el papel de cada variable del MAS a partir de simulaciones y representaciones gráficas.
Ecuaciones del MAS	3 horas	Aplica ecuaciones del MAS para interpretar y resolver situaciones problema.	Resolver ejercicios aplicando las ecuaciones del MAS y analiza los resultados obtenidos.
Ondas	3 horas	Establece relaciones entre el MAS y los fenómenos ondulatorios.	Interpretar gráficamente cómo el MAS está relacionado con la propagación de ondas periódicas.
Desafía tus conocimientos	3 horas	Resuelve problemas complejos que integran los conceptos del MAS en contextos aplicados.	Integrar los conceptos del MAS para resolver un reto final contextualizado con apoyo de simuladores.

Nota. La presente tabla proporciona el tiempo, competencias y Resultados de Aprendizaje por Competencias (RAC) de cada módulo a trabajar en OndaNova.

Cada módulo se estructura con una secuencia de actividades de introducción, desarrollo y cierre, que integran recursos digitales interactivos, ejercicios prácticos y espacios de reflexión.

Fase 3: Desarrollo. Durante esta fase se establecieron y agregaron los recursos educativos digitales que conforman OndaNova. Estos recursos fueron seleccionados con base a los objetivos de cada módulo, la secuencia didáctica establecida y las necesidades previamente diagnosticadas. La intención fue generar una experiencia interactiva, visualmente atractiva y pedagógicamente significativa, que fortaleciera la comprensión del Movimiento Armónico Simple y promoviera un aprendizaje autónomo y activo.

Para la implementación técnica del OVA se utilizó eXeLearning, una plataforma de autoría libre y de código abierto, diseñada específicamente para la creación de contenidos

educativos digitales. Esta herramienta permitió integrar textos, imágenes, simulaciones, videos y cuestionarios interactivos en una estructura modular clara y accesible, sin necesidad de conocimientos de programación. Además, su compatibilidad con múltiples dispositivos y navegadores facilitó el acceso libre al recurso desde cualquier entorno tecnológico, garantizando su usabilidad y pertinencia en el contexto escolar.

Entre los recursos desarrollados se encuentran simuladores interactivos, videos explicativos, infografías, cuestionarios autoevaluativos y guías de trabajo. Destacan plataformas como PhET, GeoGebra, Walter Fendt y Vascak, cuyos simuladores permiten a los estudiantes manipular variables como la amplitud, la frecuencia o la masa, y observar los efectos sobre el sistema oscilatorio en tiempo real. Estas simulaciones favorecen la visualización de conceptos abstractos, fomentan el aprendizaje por descubrimiento y desarrollan habilidades de análisis científico (Ospina, 2023).

Adicionalmente, se integraron videos educativos de YouTube, seleccionados por su claridad conceptual, relevancia temática y adecuación al nivel cognitivo de los estudiantes. Estos recursos audiovisuales refuerzan los contenidos presentados en el OVA, permitiendo una comprensión multimodal que combina lo visual, lo auditivo y lo simbólico (López, 2021).

También se desarrollaron secciones que organizan y resumen los conceptos clave de cada módulo, junto con gráficos dinámicos que permiten visualizar el comportamiento de variables como la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo. Asimismo, se incluyeron actividades prácticas orientadas a la resolución de problemas, junto con cuestionarios interactivos con retroalimentación inmediata, diseñados para que los estudiantes puedan evaluar su progreso y fortalecer la autorregulación del aprendizaje (Vásquez, 2022).

En conjunto, los recursos diseñados permiten construir una experiencia de aprendizaje activa, autónoma y contextualizada, apoyada en la exploración visual y la participación reflexiva del estudiante. Como afirman Cely y Rodríguez (2022), la integración de recursos digitales en ambientes virtuales no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también estimula la motivación, el pensamiento crítico y el aprendizaje colaborativo en el aula contemporánea.

Fase 4: Implementación. La implementación de OndaNova se realizó a través de una plataforma digital de libre acceso, organizada en módulos secuenciales y diseñada para facilitar la navegación autónoma por parte de los estudiantes. Este entorno virtual permite que cada usuario explore los contenidos de manera asincrónica, adaptando el ritmo de trabajo a sus propias necesidades e intereses. Los módulos incluyen materiales interactivos, enlaces activos, recursos multimedia y actividades prácticas alineadas con los objetivos pedagógicos de cada fase del aprendizaje.

Durante la ejecución del OVA, los estudiantes accedieron a una variedad de estrategias y herramientas que combinan teoría, simulación, práctica guiada y autoevaluación, permitiendo una experiencia integral de aprendizaje. Además, se habilitaron espacios de interacción asincrónica, como foros y canales de retroalimentación, que promovieron el diálogo académico, la formulación de preguntas, el intercambio de ideas y el aprendizaje colaborativo. Según González (2021), la implementación de objetos virtuales de aprendizaje en entornos escolares favorece no solo la apropiación conceptual, sino también el desarrollo de habilidades comunicativas y de pensamiento crítico en contextos mediados por tecnología.

Fase 5: Evaluación. La evaluación del Objeto Virtual de Aprendizaje *OndaNova* se concibe como un proceso continuo, formativo e integral que acompaña todas las etapas del aprendizaje. Esta evaluación se estructura en tres momentos: diagnóstico, formativo y sumativo,

permitiendo no solo identificar el nivel de conocimientos previos, sino también monitorear los avances durante el desarrollo de los módulos y valorar los logros al finalizar el proceso.

En la fase diagnóstica, se aplicó un pre test diseñado en Google Forms, el cual permitió establecer el punto de partida del grupo en relación con los conceptos básicos del MAS. Complementariamente, se implementó una actividad de activación de presaberes en la plataforma Quizizz, que ofreció un enfoque gamificado para motivar a los estudiantes y facilitar la identificación de ideas previas erróneas.

Durante la evaluación formativa, se emplearon cuestionarios interactivos en cada módulo con retroalimentación inmediata, actividades prácticas, ejercicios de simulación y espacios de reflexión individual. Estas herramientas permitieron al estudiante verificar su progreso, identificar dificultades y fortalecer su comprensión de manera autónoma y autorregulada.

Finalmente, en la etapa sumativa, se planteó una prueba tipo SABER que evalúa la comprensión de los conceptos clave del MAS, así como la aplicación de ecuaciones y el análisis de situaciones problema. Además, se solicitó la elaboración de un informe de laboratorio virtual, basado en la interpretación de datos generados a través de simuladores. Esta estrategia integradora permitió valorar tanto la apropiación conceptual como la capacidad de análisis, síntesis y argumentación del estudiante. Como afirma Afanador Silva (2019), la implementación de recursos virtuales bien estructurados, acompañados de una evaluación integral, permite mejorar la calidad del aprendizaje en ciencias y fortalecer las competencias científicas en estudiantes de secundaria.

En síntesis, el diseño y la implementación de estrategias didácticas interactivas dentro del OVA OndaNova permitieron consolidar una propuesta pedagógica centrada en el aprendizaje autónomo y significativo del Movimiento Armónico Simple. Esta estructura instruccional fue la

base para la posterior elaboración técnica del recurso, garantizando su coherencia con los objetivos pedagógicos y las necesidades del contexto educativo.

6.2 Objetivo específico 2: Elaborar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) que facilite la enseñanza del Movimiento Armónico Simple mediante recursos digitales e interacciones dinámicas.

Para orientar la elaboración técnica del OVA *OndaNova*, se partió del diseño instruccional previamente estructurado y de las necesidades identificadas en la fase diagnóstica. El desarrollo del recurso se enfocó en integrar de manera coherente los contenidos conceptuales del Movimiento Armónico Simple con herramientas digitales interactivas, organizadas en una estructura modular que facilitara la navegación, el aprendizaje autónomo y la comprensión progresiva de los temas.

Se priorizó la incorporación de recursos multimedia, simulaciones digitales y actividades prácticas que promovieran la participación activa de los estudiantes y reforzaran la construcción significativa del conocimiento. Esta propuesta metodológica no solo buscó presentar el contenido de forma visualmente atractiva, sino también fortalecer la apropiación conceptual mediante experiencias contextualizadas y dinámicas.

La estructura de *OndaNova* se organizó en una secuencia de cinco módulos temáticos que guían progresivamente al estudiante en la comprensión del Movimiento Armónico Simple. A continuación, se describen los módulos de la secuencia didáctica:

- *Módulo 1: Explorando el MAS*

Se plantea una motivación inicial donde los estudiantes identifican situaciones cotidianas relacionadas con el MAS. Se utilizan videos, GIFs animados y simuladores como Vascak para observar visualmente la relación entre el MCU y el MAS.

- *Módulo 2: Elementos básicos del MAS*

Introduce los conceptos clave como amplitud, periodo y frecuencia. Mediante simuladores interactivos (GeoGebra), los estudiantes manipulan variables para visualizar su efecto en el comportamiento oscilatorio.

- *Módulo 3: Ecuaciones del MAS*

Aborda el tratamiento matemático del movimiento. Se emplean representaciones gráficas y simulaciones para interpretar las ecuaciones de elongación, velocidad y aceleración en función del tiempo.

- *Módulo 4: Ondas*

Relaciona el MAS con los fenómenos ondulatorios. A través de simulaciones y animaciones (Walter Fendt), se exploran ondas estacionarias, tipos de ondas e interferencia.

- *Módulo 5: Desafía tus conocimientos*

Integra lo aprendido en una práctica de laboratorio virtual. Se desarrolla un reto con simuladores PhET y se incluye una evaluación tipo SABER con retroalimentación inmediata.

Una vez definida la secuencia pedagógica, el desarrollo técnico del OVA se llevó a cabo utilizando la aplicación eXeLearning, una herramienta de autoría gratuita y de código abierto, especialmente diseñada para la creación de recursos educativos digitales. Su elección respondió a criterios como la facilidad de edición, la integración de elementos multimedia e interactivos, y la compatibilidad con múltiples plataformas virtuales de aprendizaje (eXeLearning, 2023).

Figura 8.

Aplicación eXeLearning.



Nota. La figura permite apreciar la fase inicial de descarga de la aplicación eXeLearning.

Posteriormente, se diseñó la estructura general del OVA utilizando una metodología modular clara y secuencial, facilitando una navegación intuitiva y coherente para los estudiantes. La estructura elegida comprende módulos específicos cuidadosamente organizados que abordan gradualmente distintos aspectos del Movimiento Armónico Simple, incluyendo elementos básicos fundamentales como amplitud, frecuencia y fase, seguidos por ecuaciones matemáticas esenciales para describir el movimiento, como se observa en la figura 9 Módulos de *OndaNova*.

Figura 9.

Módulos OndaNova.



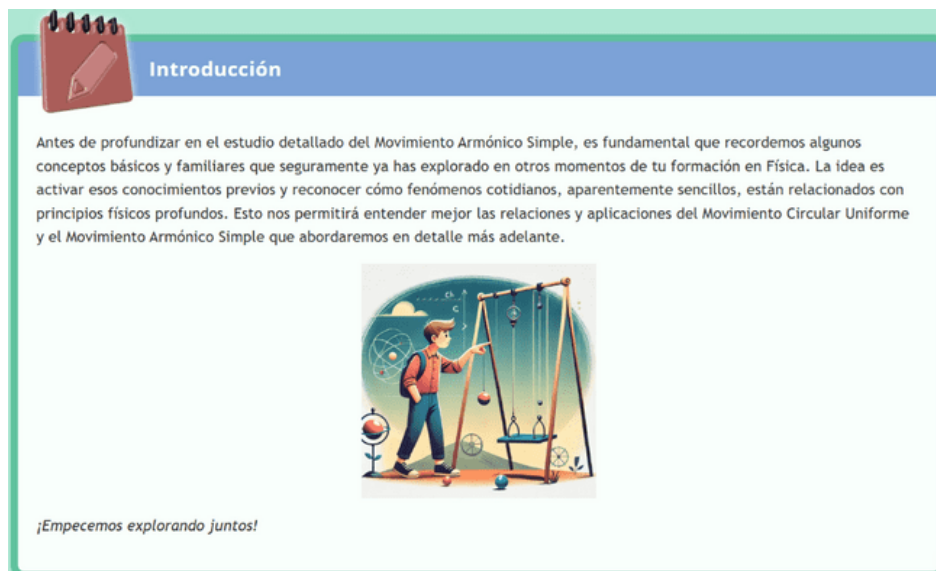
Nota. El ambiente de inicio permite acceder al menú de navegación.

Adicionalmente, la estructura del OVA incorporó conceptos complementarios importantes relacionados directamente con el Movimiento Armónico Simple, ofreciendo una introducción general antes de profundizar en aspectos específicos como las ondas estacionarias y la interferencia en módulos posteriores. Este diseño modular favorece significativamente el aprendizaje autónomo de los estudiantes, siguiendo recomendaciones pedagógicas contemporáneas para la enseñanza de las ciencias (Maca Sosa, 2023).

El primer módulo de esta estructura se aprecia en la figura 10, es el introductorio denominado “EXPLORANDO”, cuyo objetivo principal es contextualizar el aprendizaje y activar conocimientos previos mediante actividades dinámicas y recursos multimedia cuidadosamente seleccionados.

Figura 10.

Explorando.

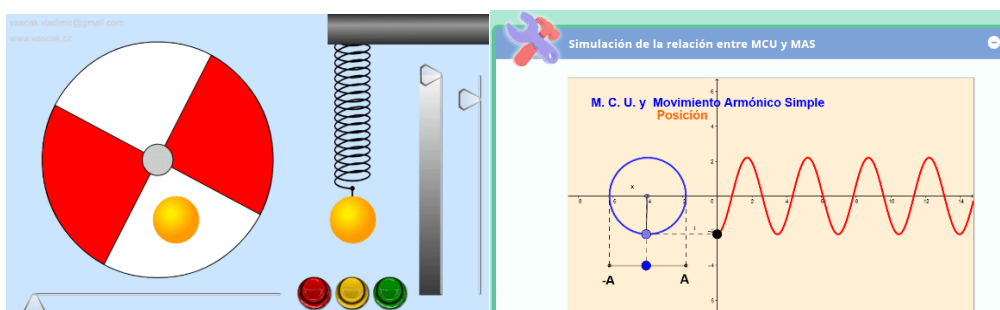


Nota. Explorando corresponde a una motivación inicial para incentivar la interacción con la OVA.

En esta etapa introductoria se integraron diversos recursos visuales como animaciones, GIFs animados y videos cortos, seleccionados estratégicamente para generar motivación e interés inicial. Además, se incorporaron simuladores educativos como Vascak y GeoGebra (ver figura 10), que permiten ilustrar claramente la relación conceptual entre el Movimiento Circular Uniforme (MCU) y el Movimiento Armónico Simple (MAS), mediante proyecciones gráficas interactivas y manipulaciones dinámicas (Vascak, 2023).

Figura 11.

Simulador Vascak y GeoGebra.



Nota. Integración de simuladores que muestran interactividad

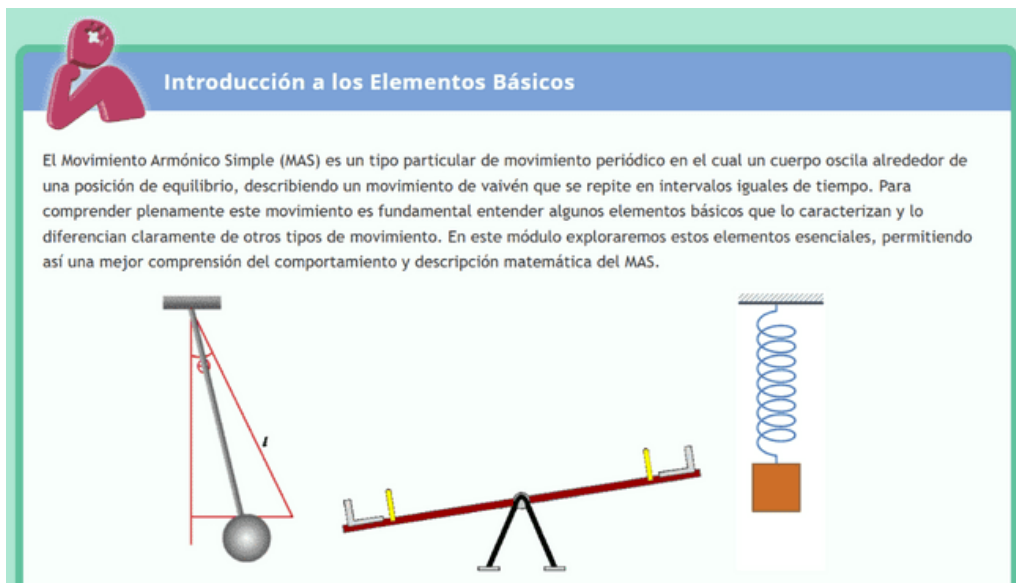
Esta elección buscó facilitar una conexión efectiva y significativa con los conceptos fundamentales que se abordan posteriormente en el OVA, asegurando que los estudiantes reconocieran la relevancia de estos temas en contextos cotidianos y familiares, y comprendieran visualmente cómo estos movimientos físicos están estrechamente interrelacionados.

En el módulo denominado “ELEMENTOS BÁSICOS DEL MAS” se incorporaron simulaciones digitales interactivas creadas mediante la plataforma GeoGebra. Estas simulaciones permiten que los estudiantes interactúen directamente con variables fundamentales del Movimiento Armónico Simple como amplitud, frecuencia y fase inicial. Al manipular dichas variables, los estudiantes pueden observar claramente, y en tiempo real, su impacto sobre el

movimiento oscilatorio, facilitando así una comprensión intuitiva y dinámica de los conceptos básicos del MAS.

Figura 12.

Elementos Básicos.



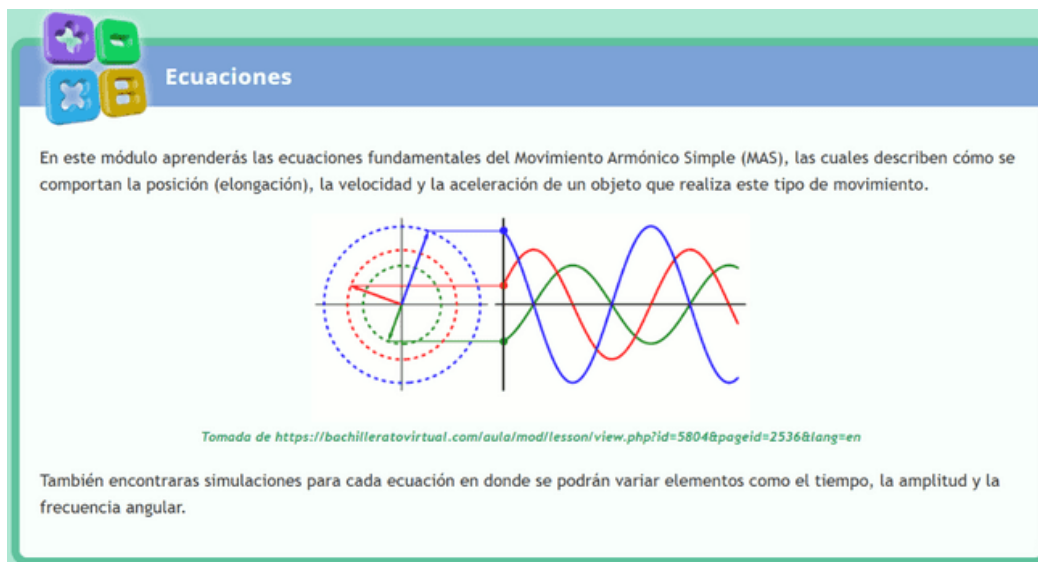
Nota. Aplicaciones del MAS con GIF'S

Además, se integraron videos explicativos diseñados para ofrecer una explicación amigable y sencilla, reforzando aún más el aprendizaje visual. Esta metodología interactiva se fundamenta en recomendaciones educativas contemporáneas que promueven un aprendizaje activo y visualmente enriquecido (GeoGebra, 2023).

Por otro lado, en el módulo denominado “ECUACIONES DEL MAS”, se utilizaron también simulaciones digitales generadas en GeoGebra, específicamente enfocadas en ilustrar visualmente las ecuaciones matemáticas que describen el Movimiento Armónico Simple.

Figura 13.

Ecuaciones del MAS.

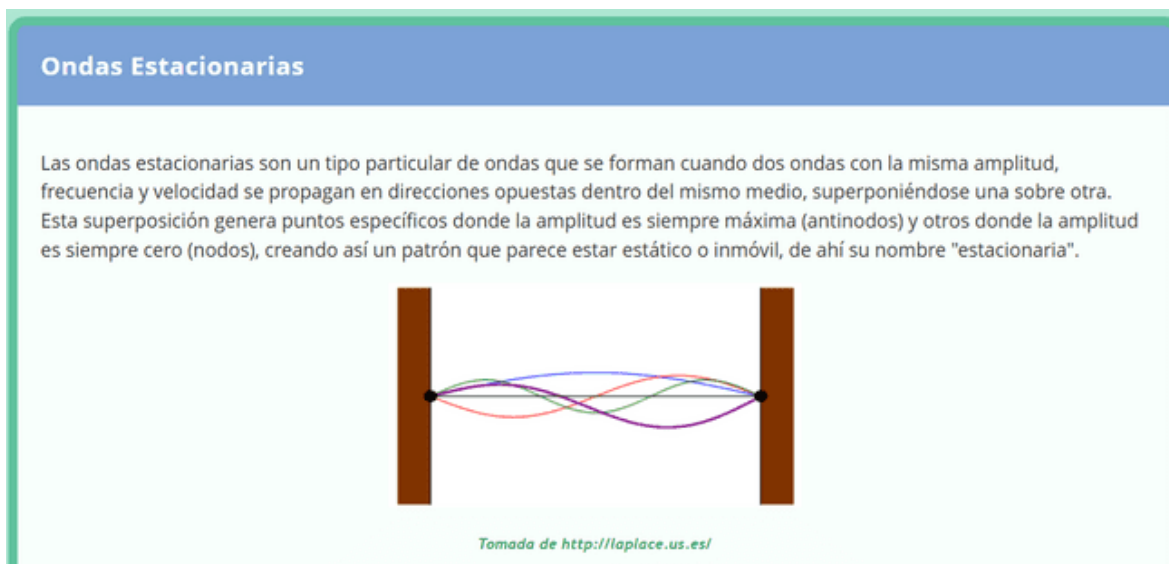


En este módulo, se incluyeron gráficos interactivos que permiten observar en tiempo real las relaciones matemáticas entre elongación, velocidad y aceleración, fortaleciendo la comprensión conceptual y la aplicación práctica de estas ecuaciones por parte del estudiante. Se complementaron estas actividades con explicaciones detalladas, textos concisos y gráficos estáticos que reforzaron la asimilación visual y analítica de los contenidos técnicos abordados (GeoGebra, 2023).

En el módulo denominado “ONDAS” se amplió el contenido digital del OVA integrando recursos visuales e interactivos adicionales. Se utilizaron simuladores específicos como Walter Fendt para ilustrar claramente las ondas estacionarias (Walter Fendt, 2023), permitiendo visualizar fácilmente sus características fundamentales.

Figura 14.

Ondas.



Nota: Módulo de Ondas con animaciones y simulador Walter Fendt.

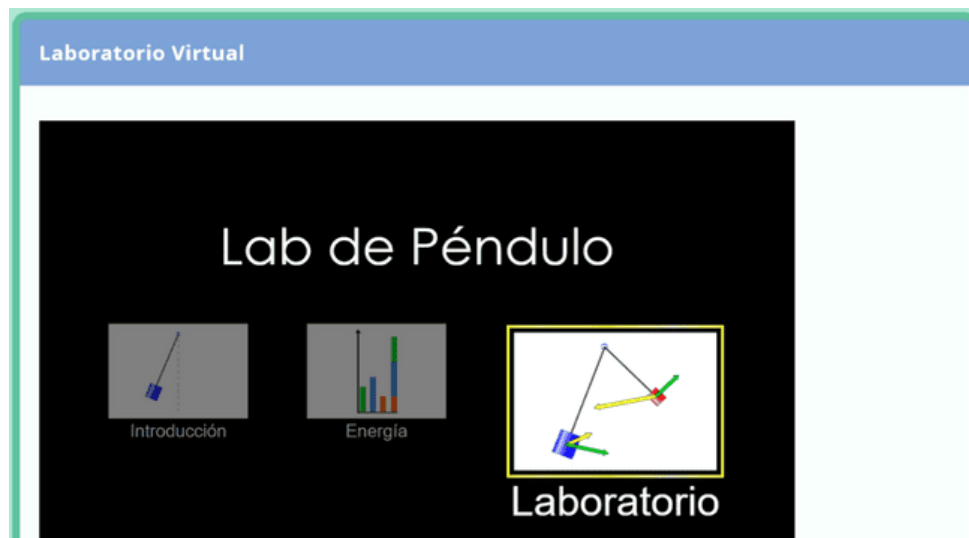
Además, se emplearon GIFs animados para explicar visualmente los tipos de ondas, así como fenómenos importantes como la interferencia constructiva y destructiva, ofreciendo así una visión integral y dinámica sobre estos conceptos clave relacionados directamente con el MAS.

Adicionalmente, se desarrolló el módulo denominado “DESAFÍA TUS CONOCIMIENTOS”, en el cual se integró una secuencia didáctica específica que incluye una práctica de laboratorio virtual mediante simuladores PhET (PhET, 2020). Esta actividad permite a los estudiantes experimentar de forma autónoma y guiada, observando directamente los efectos de variaciones en las variables físicas estudiadas, fortaleciendo así su aprendizaje autónomo y experiencial. Asimismo, este módulo contempla una prueba interactiva integrada directamente en la OVA. Esta prueba incluye preguntas tipo ICFES, alineadas con las competencias evaluadas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES, 2025) y ejercicios

prácticos interactivos, permitiendo una evaluación inmediata y ofreciendo retroalimentación instantánea para reforzar los aprendizajes alcanzados.

Figura 15.

Desafía tus conocimientos.



Nota: Módulo donde se realizan actividades virtuales de laboratorio y prueba.

Para complementar el recurso integralmente, se agregó un glosario antes del módulo final de bibliografía, facilitando así una rápida revisión y comprensión de los términos clave utilizados a lo largo de todo el proceso formativo del Movimiento Armónico Simple.

En síntesis, la construcción técnica del OVA OndaNova implicó la integración de recursos digitales cuidadosamente seleccionados, organizados en una secuencia modular que facilita la comprensión del Movimiento Armónico Simple mediante la exploración activa, el aprendizaje autónomo y el uso de simulaciones interactivas. Este recurso, desarrollado en eXeLearning, constituye una herramienta educativa innovadora, accesible y alineada con los propósitos pedagógicos del diseño instruccional. El público interesado podrá acceder al recurso educativo a través del siguiente enlace:

<https://ondanova2025oval1movimiento.on.driv.tw/MAESTR%C3%8DA/OndaNova/>

Las evidencias visuales del proceso de implementación de este recurso se encuentran documentadas en el Apéndice F, donde se presentan registros fotográficos del uso del OVA por parte de los estudiantes. Este material incluye capturas de pantalla del entorno digital, simulaciones utilizadas y momentos representativos de las actividades desarrolladas en cada módulo, lo cual respalda de forma gráfica y contextual la experiencia pedagógica descrita en este apartado.

6.3 Objetivo específico 3: Evaluar el impacto del OVA en la comprensión del Movimiento Armónico Simple a través de prueba diagnóstica y prueba de conocimiento después de su implementación.

Para evaluar el impacto de OndaNova en la comprensión del Movimiento Armónico Simple, se aplican dos instrumentos principales: una prueba diagnóstica inicial (pretest) y una prueba final (postest) aplicada al finalizar la implementación del recurso. Ambos instrumentos, diseñados con base en el Cuadro de Operacionalidad de Variables, permitieron comparar los conocimientos previos y posteriores de los estudiantes, con el fin de determinar los avances conceptuales logrados. Esta comparación entre momentos evaluativos fortaleció la interpretación cuantitativa de los resultados y ofreció evidencia objetiva sobre el impacto del OVA en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Pretest. El pretest fue implementado mediante un formulario en Google Forms compuesto por 15 preguntas cerradas de opción múltiple, orientadas a valorar el nivel de comprensión previa de los estudiantes frente a conceptos fundamentales del Movimiento Armónico Simple. El uso de Google Forms resultó adecuado por su facilidad de acceso, claridad en la presentación de preguntas y familiaridad por parte de los estudiantes, lo cual garantizó una participación activa y confiable en la recolección de datos (Pillajo Sotalín, 2019).

Figura 16.

Pantallazo del inicio de la prueba diagnóstica



Nota. La figura ilustra la evaluación de conocimientos previos. Fuente: elaboración propia

El pretest fue diseñado tomando como base las dimensiones conceptuales definidas en el Cuadro de Operacionalidad de Variables, abarcando aspectos como las relaciones matemáticas entre posición, velocidad y aceleración en función del tiempo, los elementos del sistema oscilatorio (amplitud, frecuencia, periodo y fase), y la interpretación de gráficas asociadas al movimiento. Ver Apéndice A.

Este instrumento permitió clasificar las preguntas en correspondencia con variables clave del MAS, garantizando la coherencia entre los objetivos del proyecto, los contenidos evaluados y las competencias científicas esperadas. Su aplicación tuvo como finalidad identificar los saberes previos de los estudiantes, lo cual permitió orientar la planificación de las actividades y el diseño instruccional del OVA. Esta estrategia se alinea con lo propuesto por Afanador Silva (2021), quien

destaca la importancia de realizar diagnósticos iniciales que permitan adaptar los contenidos digitales a las necesidades reales de los aprendices en entornos virtuales.

Tabla 4.

Cuadro de Operacionalidad de Variables

Código de la variable	Nombre de la variable	Dimensiones	Tipo de Variable	Preguntas
V001	Evaluar	Concepto y características principales	Cualitativa	1, 2
V002	Medir	Amplitud, periodo, frecuencia, frecuencia angular y numero de onda.	Cualitativa	3, 10
V003	Analizar	Relaciones matemáticas entre x, v, a en función del tiempo.	Cualitativa	4, 5, 6
V004	Observar	Condiciones de formación, nodos y antinodos	Cualitativa	11, 12
V005	Calcular	Cálculo de frecuencia fundamental y armónicos en distintos sistemas físicos.	Cualitativa	14, 15
V006	Medir	Características de las ondas sonoras, propagación y velocidad del sonido.	Cualitativa	7, 9
V007	Comprender	Espectro electromagnético, propagación y aplicaciones.	Cualitativa	8, 13

Al analizar los resultados, se evidenció un desconocimiento generalizado en aspectos fundamentales del tema. La mayoría de los estudiantes presentó dificultades para asociar variables como amplitud, periodo y frecuencia con situaciones reales, así como para interpretar gráficas del movimiento. Como señala Vera et al. (2018), reconocer las debilidades cognitivas del grupo permite diseñar estrategias pedagógicas más efectivas y contextualizadas.

Resultados del pretest - Análisis de resultados

Variable V001. La variable V001 hace referencia a la capacidad de los estudiantes para describir el MAS como un fenómeno periódico con trayectoria oscilatoria y aceleración proporcional al desplazamiento. Las preguntas 1 y 2 del pre - test estuvieron orientadas a indagar

estos conocimientos básicos, fundamentales para construir aprendizajes más complejos en torno al tema.

Figura 17.

Concepto de MAS - Pretest

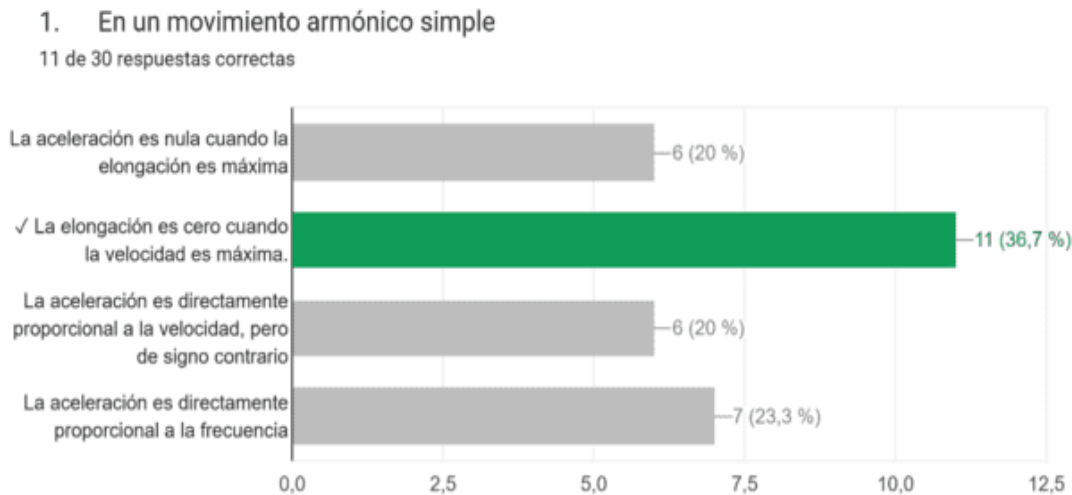
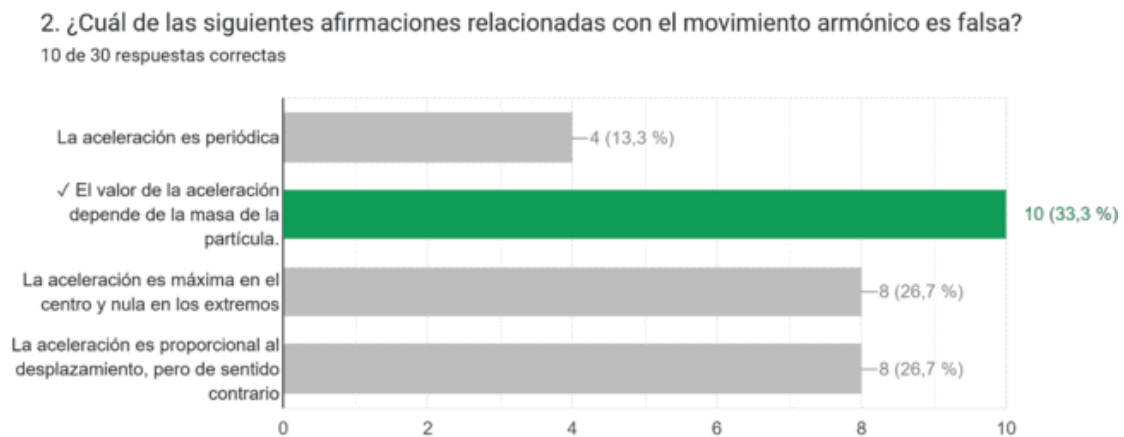


Figura 18.

Concepto de aceleración en un MAS - Pretest



El análisis de los resultados evidencia que un porcentaje significativo de estudiantes presentó dificultades para identificar adecuadamente la naturaleza del MAS. Las respuestas mostraron una tendencia a confundir el MAS con otros tipos de movimiento, como el

movimiento ondulatorio en general o el movimiento circular uniforme. Esta confusión indica un desconocimiento en la comprensión de la periodicidad del MAS y en el reconocimiento de sus rasgos distintivos, como el comportamiento de la aceleración y la relación entre las fuerzas restauradoras y el desplazamiento.

Tal como lo plantea Afanador Silva (2021), una de las principales limitaciones en el aprendizaje de la física en educación media radica en la falta de claridad conceptual en los niveles iniciales, lo que dificulta la apropiación progresiva de modelos explicativos más rigurosos.

Variable V002. La variable V002 está orientada a valorar la capacidad de los estudiantes para identificar los elementos que conforman el Movimiento Armónico Simple, específicamente la amplitud, el periodo, la frecuencia, la frecuencia angular y el número de onda. Las preguntas 3 y 10 del pre - test estuvieron enfocadas en estas dimensiones.

Los resultados obtenidos reflejan un desempeño bajo en la mayoría de los estudiantes, quienes presentaron dificultades para reconocer correctamente las propiedades físicas asociadas al movimiento oscilatorio. En particular, fue notoria la confusión entre conceptos como amplitud y longitud de onda, así como una baja comprensión del significado del periodo y su relación con la frecuencia.

Figura 19.

Diferencia entre movimiento oscilatorio y armónico simple - Pretest

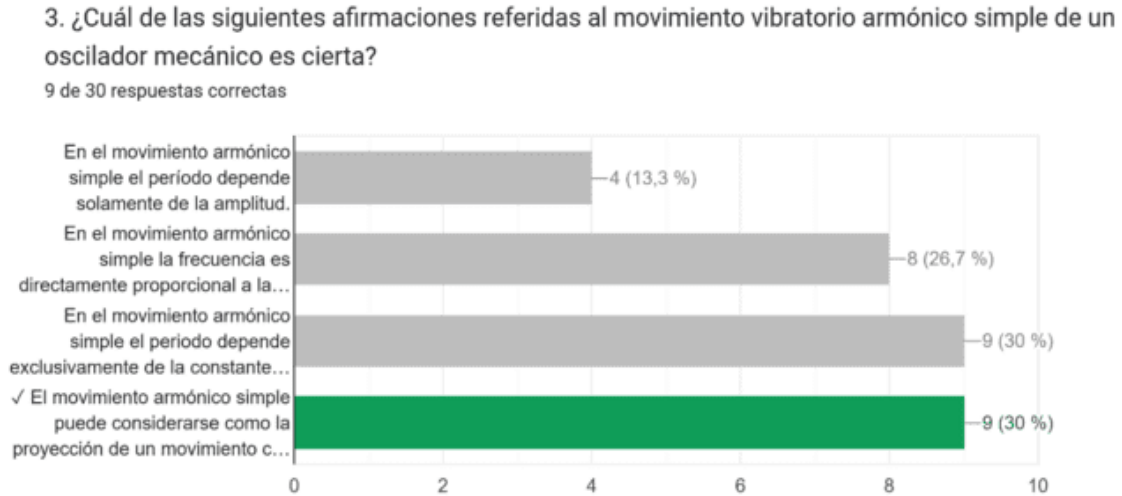
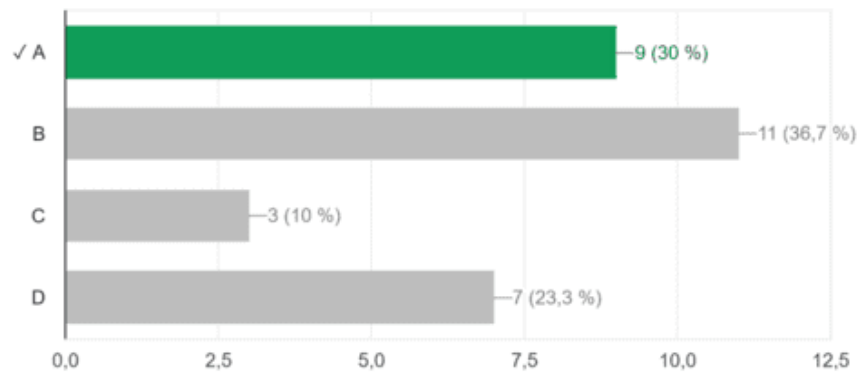


Figura 20.

Relación grafica de amplitud y longitud de onda - Pretest

10. En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. Las siguientes son fotografías de la cuerda en un insta...la dirección de propagación es hacia la derecha es:

9 de 30 respuestas correctas



Estos resultados confirman la necesidad de reforzar los conceptos básicos relacionados con los parámetros del MAS a través de estrategias visuales y manipulativas que favorezcan su apropiación.

En este sentido, el OVA fue estructurado para abordar de manera diferenciada cada uno de estos elementos mediante simuladores, videos explicativos y actividades interactivas. De acuerdo con Fernández Valverde et al. (2020), los Objetos Virtuales de Aprendizaje bien diseñados permiten representar fenómenos abstractos con mayor claridad, facilitando la comprensión de variables físicas que suelen generar dificultades en los estudiantes de secundaria.

Variable V003. La variable V003 evalúa la capacidad de los estudiantes para analizar las relaciones matemáticas entre posición, velocidad y aceleración en función del tiempo en el contexto del Movimiento Armónico Simple.

Las preguntas 4, 5, 6 y 12 abordaron estos aspectos mediante el uso de ecuaciones y representaciones simbólicas. Los resultados del pretest evidenciaron que los estudiantes presentan grandes dificultades al interpretar las expresiones que describen el comportamiento oscilatorio. Una proporción significativa de ellos no logró identificar correctamente el significado de los términos dentro de las ecuaciones ni deducir nuevas expresiones a partir de una dada, lo que indica un nivel bajo de comprensión analítica.

Figura 21.

Relación gráfica de amplitud y longitud de onda - Pretest

4. Un investigador sumerge un detector de sonido en agua para grabar los sonidos emitidos por los animales. El detector muestra la longitud de onda, l... el sonido se trasmite por el aire y no por el agua?

6 de 30 respuestas correctas

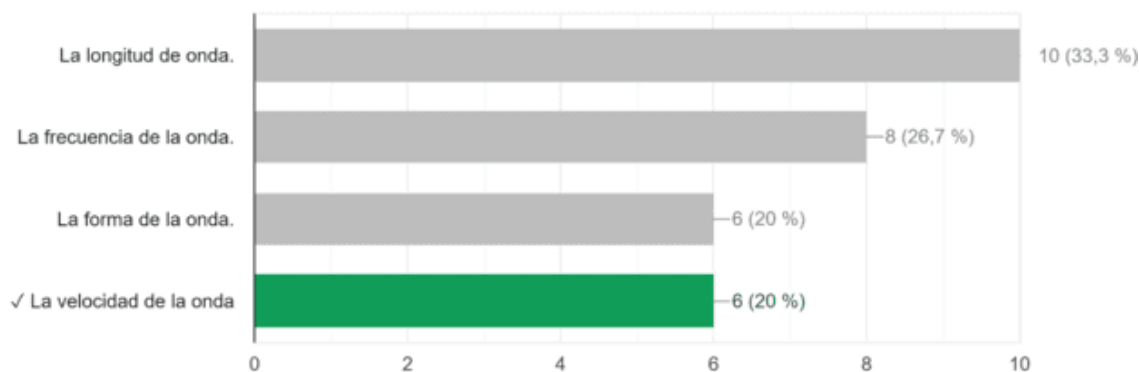


Figura 22.

Ecuación de la elongación del MAS - Pretest

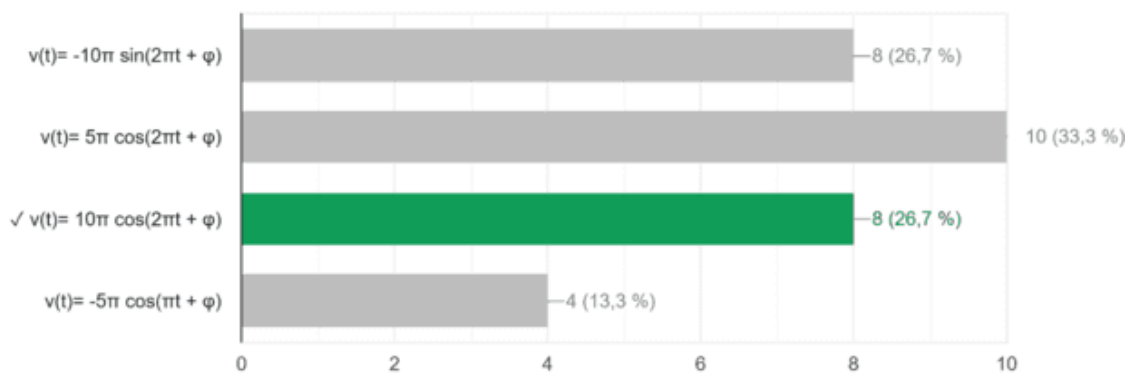
5. La ecuación de posición de un objeto en Movimiento Armónico Simple (MAS) está dada por: $x(t) = A \text{ Sen}(\omega t + \varphi)$ En esta ecuación, ¿Qué representa el término ω ?
6 de 30 respuestas correctas



Figura 23.

Ecuación de la velocidad del MAS - Pretest

6. Un objeto realiza un Movimiento Armónico Simple descrito por la ecuación de posición: $x(t) = 5 \text{ Sen}(2\pi t + \varphi)$ ¿Cuál es la ecuación de la velocidad del objeto en función del tiempo?
8 de 30 respuestas correctas



Este bajo rendimiento sugiere que los estudiantes requieren un acompañamiento más guiado en la transición del lenguaje verbal y gráfico al lenguaje matemático, especialmente cuando se trata de traducir el comportamiento físico del MAS en expresiones algebraicas. Para ello, el OVA incluyó actividades donde los estudiantes pudieran manipular simuladores y

observar directamente cómo varían la posición, la velocidad y la aceleración de un sistema oscilante. Según Loor Bautista (2022), el uso de recursos digitales que integran simulación y modelación matemática favorece el aprendizaje significativo de fenómenos físicos complejos al vincular de forma clara las ecuaciones con el comportamiento observable del sistema.

Variable V004. La variable V004 busca evaluar la capacidad de los estudiantes para observar y comprender el patrón de interferencia producido por la superposición de ondas, específicamente la formación de nodos y antinodos. Las preguntas 11 y 12 del pretest indagaron este aspecto a través de una situación comparativa sobre cuerdas vibrantes con diferentes características físicas. Los resultados reflejaron una baja comprensión por parte de los estudiantes, quienes en su mayoría no lograron identificar correctamente las condiciones que influyen en la frecuencia fundamental de una onda estacionaria. Esto evidencia una debilidad conceptual en la comprensión de cómo las propiedades del medio afectan la formación de los patrones de interferencia.

Figura 24.

Nodos y antinodos - Pretest

11. El número de antinodos y nodos de la onda que muestra la figura, entre los puntos P y Q respectivamente son:

5 de 30 respuestas correctas

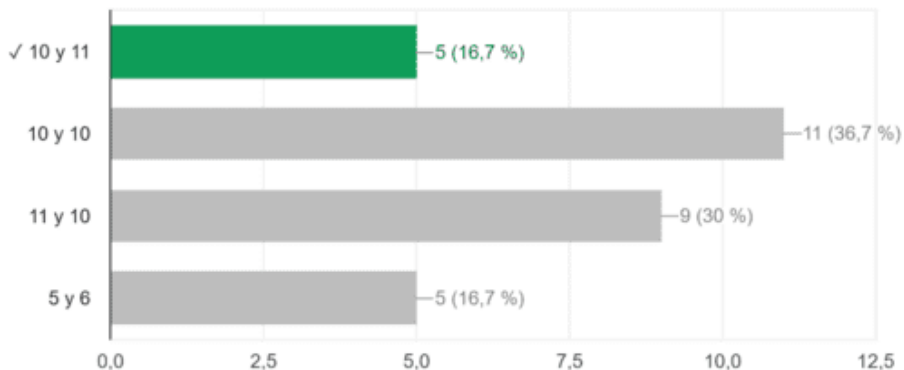
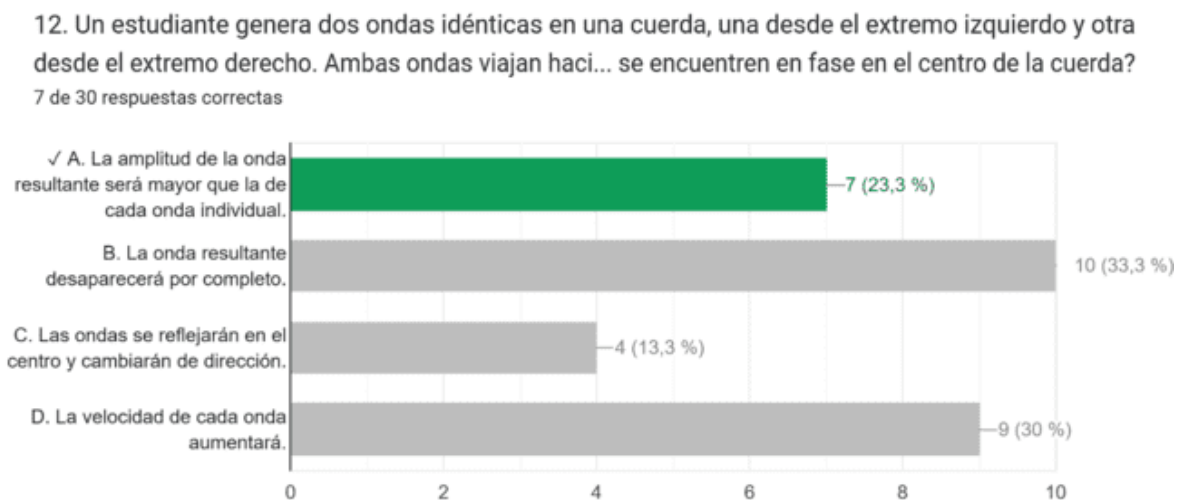


Figura 25.*Superposición en cuerdas que forman ondas - Pretest*

Esta dificultad resalta la necesidad de integrar recursos visuales y experimentales que permitan a los estudiantes observar fenómenos de interferencia en acción, más allá de la teoría. En el OVA, este contenido fue reforzado mediante simulaciones que muestran cómo se generan nodos y antinodos en distintos sistemas físicos, favoreciendo así la observación directa del fenómeno. De acuerdo con Carreño Saavedra y Prada Figueroa (2022), la mediación digital en el estudio del movimiento ondulatorio permite superar barreras de abstracción al representar situaciones físicas que, de otra manera, resultarían difíciles de visualizar en un entorno de aula tradicional.

Variable V005. La variable V005 se orienta a evaluar la capacidad del estudiante para calcular la frecuencia fundamental y los armónicos en sistemas vibrantes. Las preguntas 14 y 15 del pretest abordaron esta competencia mediante una situación contextualizada relacionada con la percepción del sonido y la interferencia constructiva. Los resultados mostraron que la mayoría de los estudiantes no logró asociar correctamente el fenómeno de los armónicos con la experiencia auditiva descrita, lo que indica dificultades en el entendimiento del concepto de

armónicos y su relación con la frecuencia fundamental. Este desempeño sugiere que los conceptos involucrados no solo son poco familiares para los estudiantes, sino también altamente abstractos en ausencia de mediaciones visuales o auditivas.

Figura 26.

Frecuencia fundamental y armónicos - Pretest

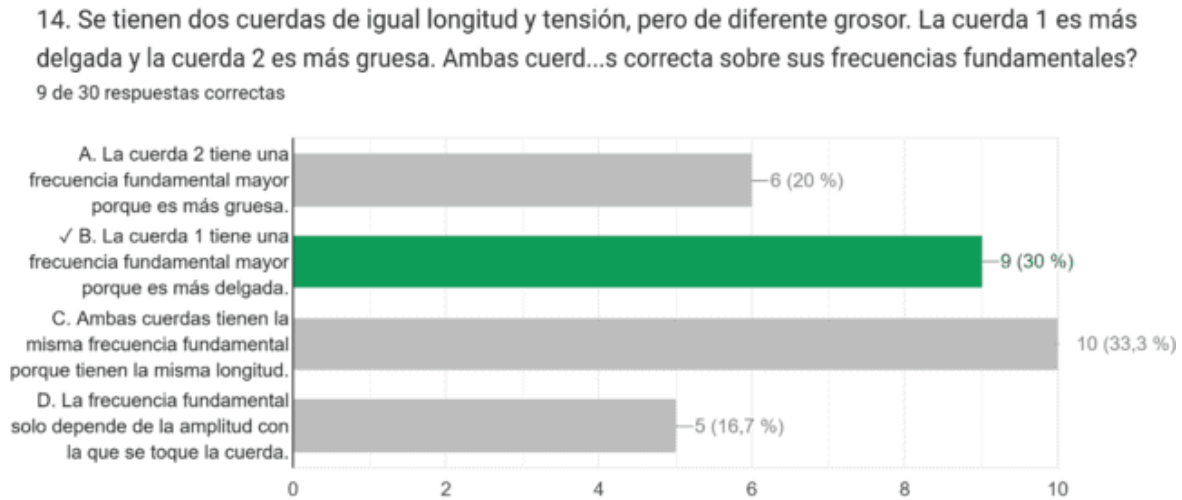
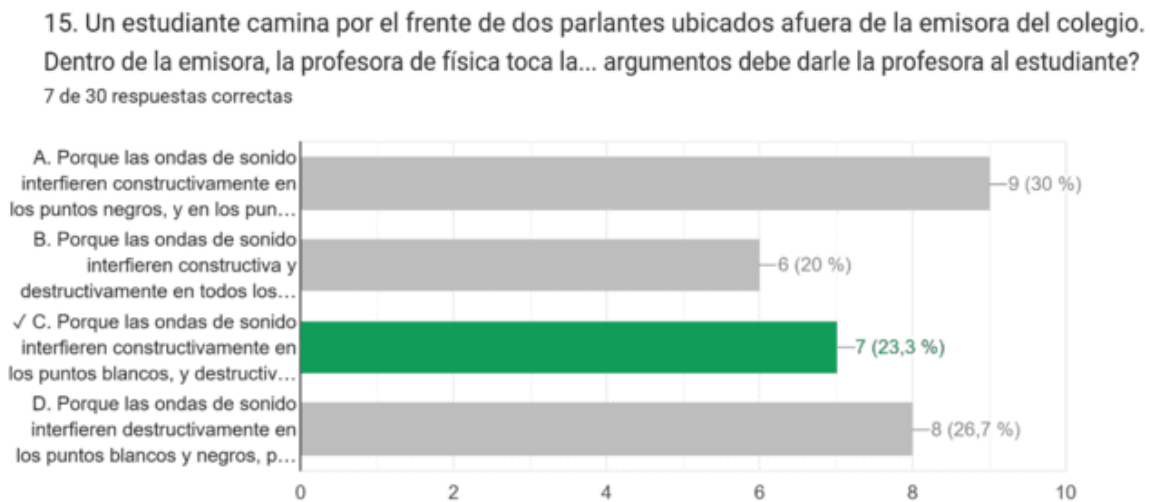


Figura 27.

Interferencia constructiva y destructiva - Pretest



Ante esta situación, el diseño del OVA incorporó simulaciones interactivas y actividades exploratorias que permiten visualizar y escuchar los distintos modos de vibración y sus armónicos, facilitando así su comprensión y cálculo. Como señalan Ramos Ríos (2021), los entornos virtuales que integran simuladores como PhET permiten representar fenómenos físicos complejos de manera dinámica, favoreciendo el aprendizaje de contenidos abstractos como la frecuencia fundamental y los armónicos, y brindando al estudiante una experiencia cercana a la realidad sin salir del entorno digital.

Variable V006. La variable V006 está enfocada en evaluar la comprensión de los estudiantes sobre la propagación del sonido como una onda mecánica longitudinal, así como sus características y velocidad. Las preguntas 7 y 9 abordaron estas dimensiones a partir de situaciones con cuerdas vibrantes y partículas de aire en movimiento. Los resultados obtenidos en el pretest evidencian que una parte considerable de los estudiantes no logró identificar correctamente cómo se transmite el sonido en un medio material ni qué propiedades físicas se ven alteradas durante ese proceso. Fue común observar respuestas que confundían el concepto de densidad con masa o que asociaban incorrectamente la propagación del sonido con ondas transversales.

Figura 28.

Comparación de frecuencias en dos cuerdas - Pretest

7. En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. En otra cuerda 2 idéntica y sujeta a la misma tensión ... las formas de las cuerdas en un instante dado es:
13 de 30 respuestas correctas

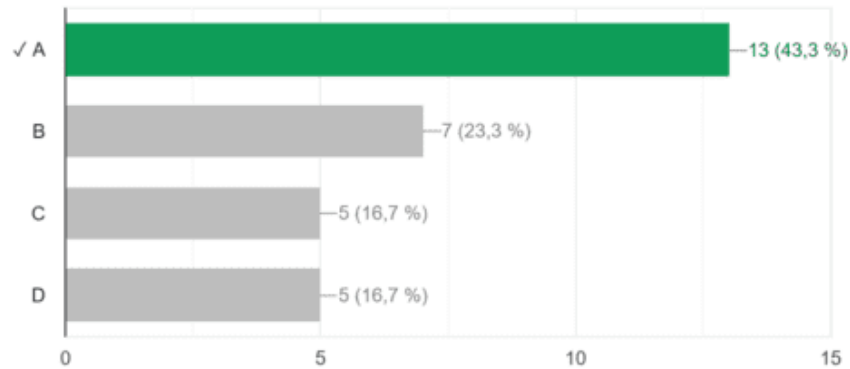
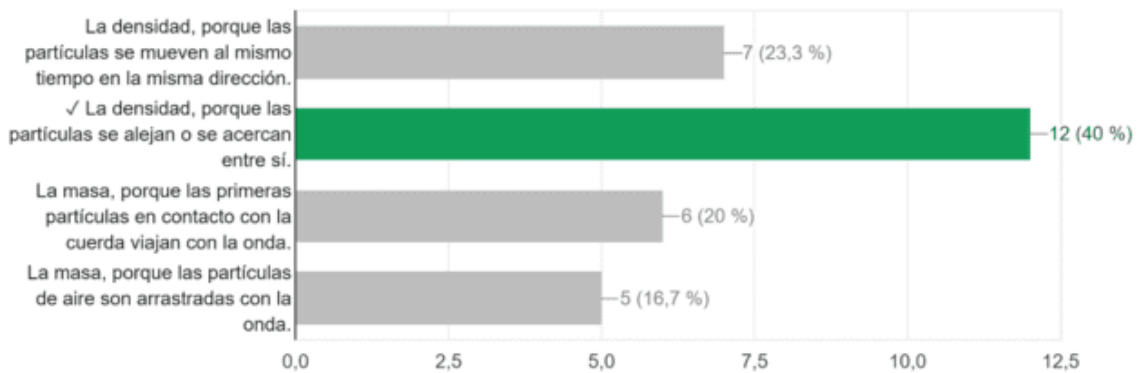


Figura 29.

Características del sonido - Pretest

9. Una persona se dispone a afinar su guitarra y, para hacerlo, toca una de sus cuerdas. La cuerda vibra como se ilustra en la figura y, de igual mane...ticas del aire cambian cuando el sonido se propaga?
12 de 30 respuestas correctas



Este desempeño resalta la importancia de fortalecer en los estudiantes la comprensión del sonido como fenómeno ondulatorio dependiente del medio. En el OVA, estos contenidos se trabajaron mediante representaciones animadas y explicaciones apoyadas en diagramas de propagación longitudinal. Según Ochoa Sanabria y Otero Oyola (2021), el uso de estrategias

como la gamificación y los recursos digitales interactivos mejora el entendimiento de conceptos físicos complejos como el sonido, al involucrar a los estudiantes en procesos activos de exploración y retroalimentación constante.

Variable V007. La variable V007 busca valorar la capacidad de los estudiantes para comprender la naturaleza de las ondas electromagnéticas, incluyendo su propagación y aplicaciones. Las preguntas 8 y 13 estuvieron orientadas a evaluar este conocimiento desde un enfoque práctico y comparativo. Los resultados del pretest muestran un bajo nivel de comprensión en esta área: muchos estudiantes no lograron diferenciar adecuadamente entre ondas mecánicas y electromagnéticas, ni asociar el comportamiento de las ondas con fenómenos cotidianos como la producción de armónicos en instrumentos musicales. Estas respuestas revelan una visión fragmentada sobre la naturaleza de las ondas y sus diferentes formas de propagación.

Figura 30.

Onda estacionaria - Pretest

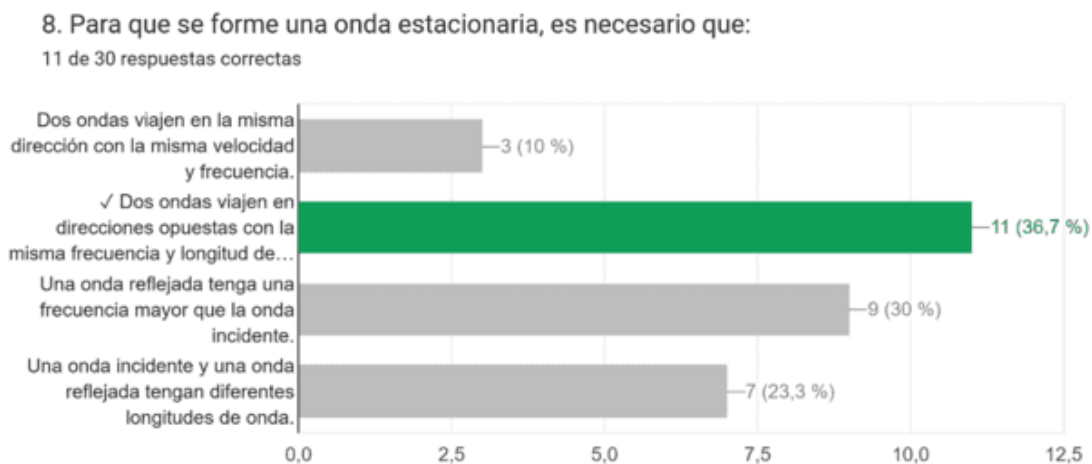
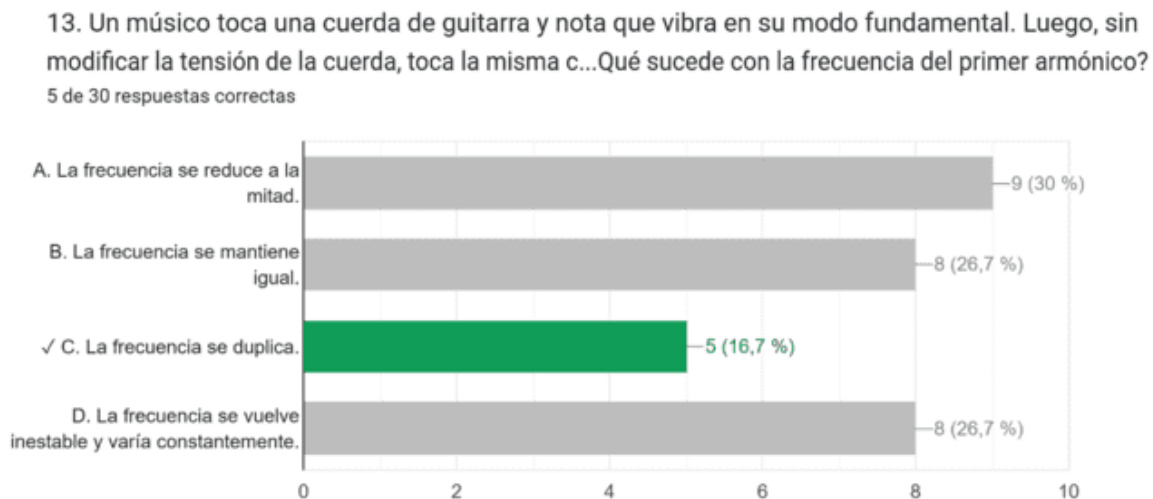
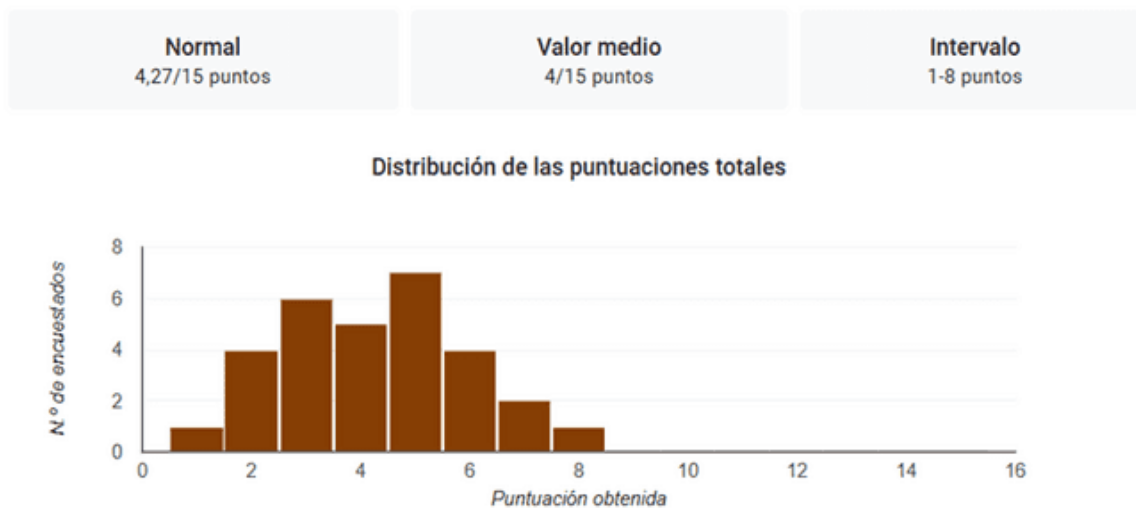


Figura 31.*Armónicos - Pretest*

Este bajo desempeño evidencia la necesidad de establecer conexiones más claras entre los conceptos teóricos y sus aplicaciones reales en contextos familiares para los estudiantes. Por ello, el OVA incluyó actividades de exploración guiada sobre el espectro electromagnético, apoyadas en videos y simulaciones, con el fin de facilitar la comprensión de este tipo de ondas desde una perspectiva funcional. De acuerdo con Vargas Ayala (2020), el uso de Objetos Virtuales de Aprendizaje permite que los estudiantes construyan relaciones significativas entre fenómenos físicos abstractos y sus manifestaciones en la vida cotidiana, promoviendo así un aprendizaje más integral.

En síntesis, los resultados globales del pretest reflejan un nivel bajo de comprensión inicial sobre los fundamentos del Movimiento Armónico Simple, con una media general de 4,72 sobre 15 puntos posibles.

Figura 32.*Resultados de pretest*

Nota. La puntuación máxima fue de 8 puntos sobre 15 preguntas.

Esta puntuación pone en evidencia vacíos conceptuales significativos que limitaban la apropiación de contenidos más complejos, especialmente en lo relativo a la interpretación matemática del MAS, la identificación de variables oscilatorias y la comprensión de fenómenos ondulatorios asociados.

Esta línea de base resultó clave para planificar el enfoque didáctico del OVA OndaNova, permitiendo orientar el diseño instruccional hacia la superación de estas dificultades a través de estrategias visuales, interactivas y contextualizadas.

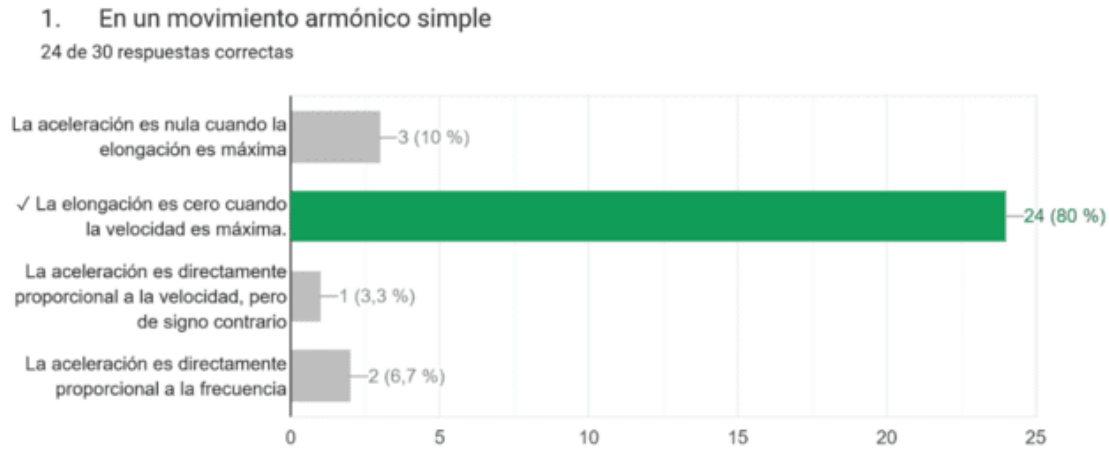
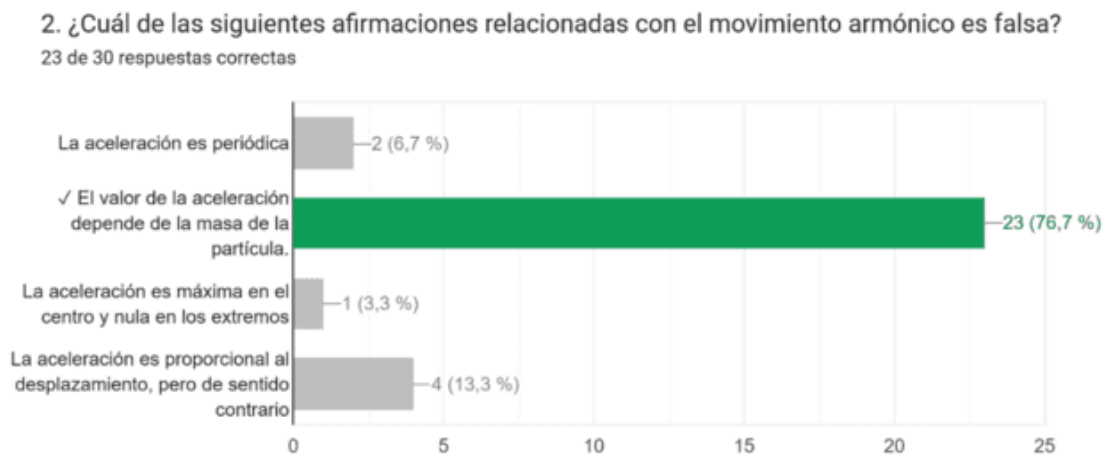
Postest. El postest fue diseñado con base en las mismas dimensiones conceptuales del Movimiento Armónico Simple definidas en el pretest, permitiendo evaluar la comprensión alcanzada por los estudiantes tras la implementación de OndaNova. Ver Apéndice B. La estructura del cuestionario conservó las 15 preguntas de opción múltiple alineadas al Cuadro de Operacionalidad de Variables, lo que garantizó la coherencia metodológica y la comparabilidad entre ambos momentos evaluativos. Las dimensiones abordadas incluyeron desde la identificación

de elementos del sistema oscilatorio hasta la interpretación de ecuaciones y gráficos relacionados con el MAS, lo cual permitió medir con precisión los avances conceptuales logrados.

La aplicación del postest también se realizó a través de Google Forms, lo que favoreció la sistematización de datos y una presentación clara de los resultados, permitiendo a los estudiantes interactuar de forma fluida con el cuestionario. Este instrumento ofreció una medición objetiva de los aprendizajes alcanzados y facilitó el análisis estadístico del impacto del OVA. Como lo plantea Ospina (2023), la evaluación posterior a la implementación de un Objeto Virtual de Aprendizaje permite valorar su impacto pedagógico de manera cuantificable y validar su pertinencia como estrategia innovadora en la enseñanza de fenómenos físicos complejos.

Resultados del postest - Análisis de resultados

Variable V001. Después de la implementación de *OndaNova*, se evidenció una mejora significativa en la capacidad de los estudiantes para identificar los aspectos fundamentales del Movimiento Armónico Simple, tales como su carácter periódico, la trayectoria oscilatoria y la relación proporcional entre aceleración y desplazamiento. A diferencia del pretest, en el que predominaban confusiones con otros tipos de movimiento, en el postest se observó una mayor claridad conceptual y un uso más preciso del lenguaje físico al abordar este fenómeno.

Figura 33.*Concepto de MAS – Postest***Figura 34.***Concepto de aceleración en un MAS – Postest*

Este avance conceptual se atribuye a la integración de recursos visuales, simulaciones y explicaciones guiadas que permitieron a los estudiantes interactuar con representaciones dinámicas del MAS, facilitando la internalización de sus características. Tal como lo señalan Cely y Rodríguez (2022), el uso de recursos virtuales en la enseñanza del Movimiento Armónico

Simple permite superar las dificultades asociadas a la abstracción, al ofrecer experiencias de aprendizaje más accesibles, contextualizadas y significativas para los estudiantes de educación media.

Variable V002. En el postest, los estudiantes demostraron una comprensión más sólida sobre los elementos fundamentales del MAS, como la amplitud, el periodo, la frecuencia y la frecuencia angular.

Se evidenció una mejora en la capacidad para diferenciar estos conceptos y relacionarlos con situaciones concretas, superando las dificultades observadas en el pretest. Este avance sugiere que el uso de representaciones visuales y dinámicas contribuyó a clarificar términos que antes eran motivo de confusión, particularmente en lo relativo a la distinción entre frecuencia y periodo.

Figura 35.

Diferencia entre movimiento oscilatorio y armónico simple – Postest

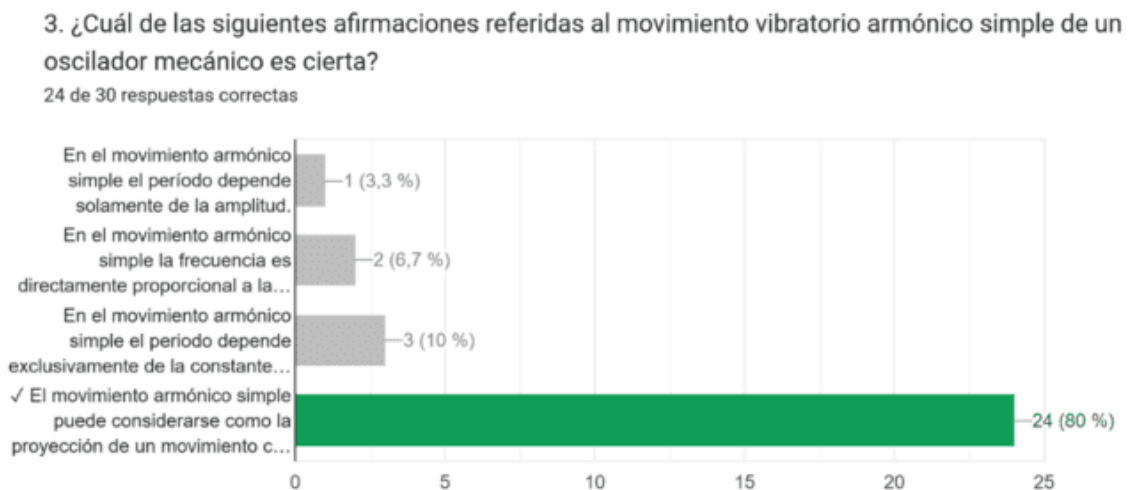
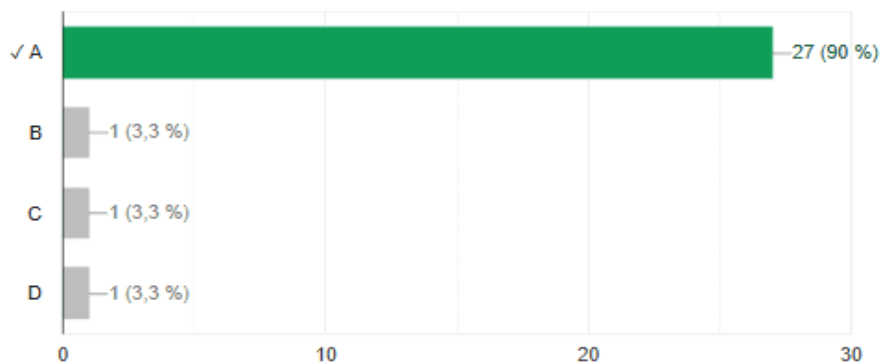


Figura 36.

Relación grafica de amplitud y longitud de onda – Postest

10. En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. Las siguientes son fotografías de la cuerda en un instante dado. La figura en la que se señalan correctamente la amplitud de la onda (A), la longitud de onda (λ) y la dirección de propagación es hacia la derecha es:

27 de 30 respuestas correctas



El OVA facilitó el aprendizaje de estas magnitudes físicas mediante simuladores y recursos gráficos interactivos, los cuales permitieron observar su comportamiento en tiempo real y relacionarlos con modelos matemáticos. Según Fernández Valverde et al. (2020), los Objetos Virtuales de Aprendizaje bien diseñados ofrecen una ventaja significativa en la enseñanza de la física al hacer accesibles fenómenos abstractos, fortaleciendo la comprensión de variables que comúnmente presentan alta complejidad en contextos escolares.

Variable V003. Tras la implementación del OVA OndaNova, los resultados del postest evidenciaron un avance notable en la interpretación de las relaciones matemáticas entre posición, velocidad y aceleración en función del tiempo dentro del MAS. A diferencia del pretest, donde se observaron dificultades generalizadas para reconocer estas expresiones simbólicas, los estudiantes demostraron mayor capacidad para identificar la estructura de las ecuaciones y

asociarlas con el comportamiento físico del sistema oscilante. Este progreso refleja un fortalecimiento del pensamiento analítico en contextos de física aplicada.

Figura 37.

Relación gráfica de amplitud y longitud de onda – Postest

4. Un investigador sumerge un detector de sonido en agua para grabar los sonidos emitidos por los animales. El detector muestra la longitud de onda, la frecuencia, la velocidad de propagación y la distancia a la que se produce el sonido emitido por los animales. El investigador saca el detector del agua y registra un sonido.

¿Cuál cambio de las variables mencionadas le permite asegurar al investigador que el sonido se transmite por el aire y no por el agua?

22 de 30 respuestas correctas

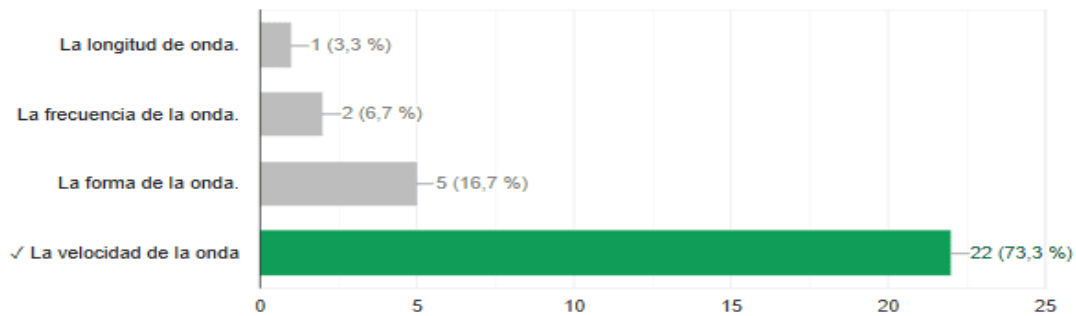


Figura 38.

Ecuación de la elongación del MAS – Postest

5. La ecuación de posición de un objeto en Movimiento Armónico Simple (MAS) está dada por: $x(t) = A \text{ Sen}(\omega t + \phi)$ En esta ecuación, ¿Qué representa el término ω ?

25 de 30 respuestas correctas

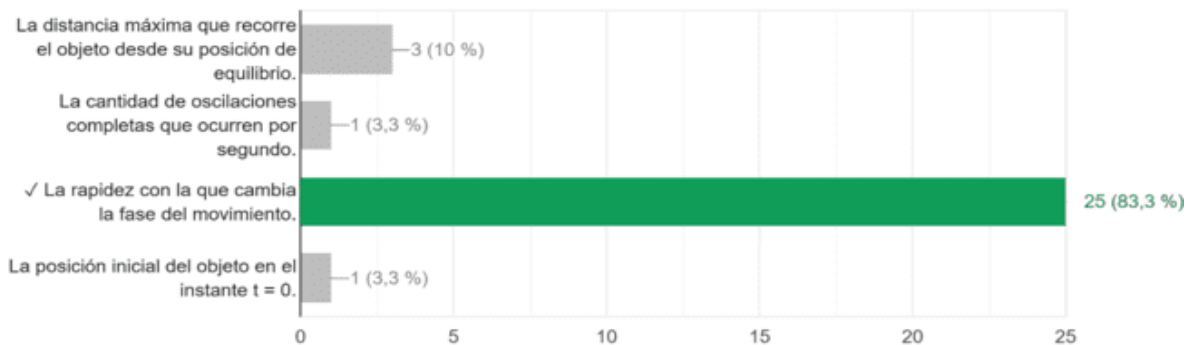
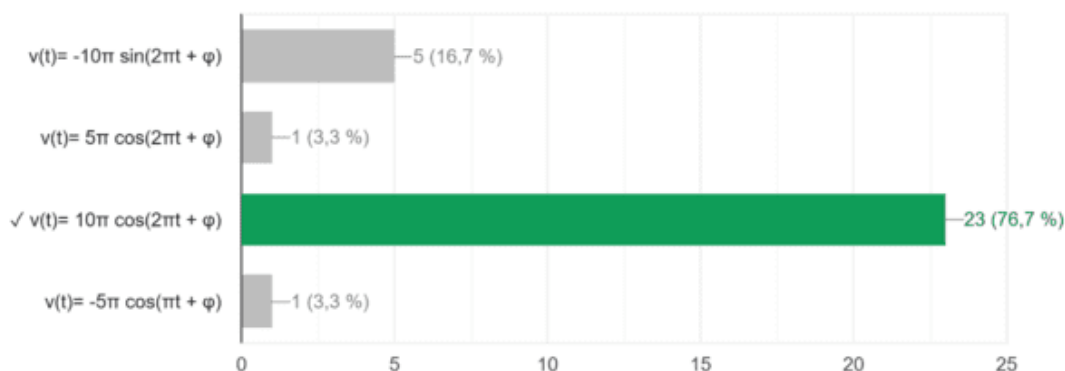


Figura 39.*Ecuación de la velocidad del MAS – Postest*

6. Un objeto realiza un Movimiento Armónico Simple descrito por la ecuación de posición: $x(t) = 5 \text{ Sen}(2\pi t + \varphi)$ ¿Cuál es la ecuación de la velocidad del objeto en función del tiempo?

23 de 30 respuestas correctas



El diseño instruccional del OVA incluyó simuladores que permitieron visualizar la evolución de las variables del MAS en gráficos interactivos, promoviendo la conexión entre los modelos matemáticos y los fenómenos reales. Según Loor Bautista (2022), los recursos digitales que integran modelación matemática y representación gráfica facilitan el aprendizaje de fenómenos complejos, ya que permiten al estudiante observar las variaciones de forma dinámica y comprender el sentido físico detrás de las fórmulas.

Variable V004. En cuanto a la observación e interpretación de fenómenos de interferencia, como la formación de nodos y antinodos, el postest evidenció una mejora sustancial frente al desempeño del pretest. Los estudiantes lograron identificar con mayor precisión las condiciones que afectan la formación de ondas estacionarias y su relación con las propiedades del medio. Esta evolución sugiere un mejor entendimiento del comportamiento de las ondas en sistemas vibrantes y refleja un proceso de aprendizaje más activo y experiencial.

Figura 40.

Nodos y antinodos – Postest

11. El número de antinodos y nodos de la onda que muestra la figura, entre los puntos P y Q respectivamente son:

25 de 30 respuestas correctas

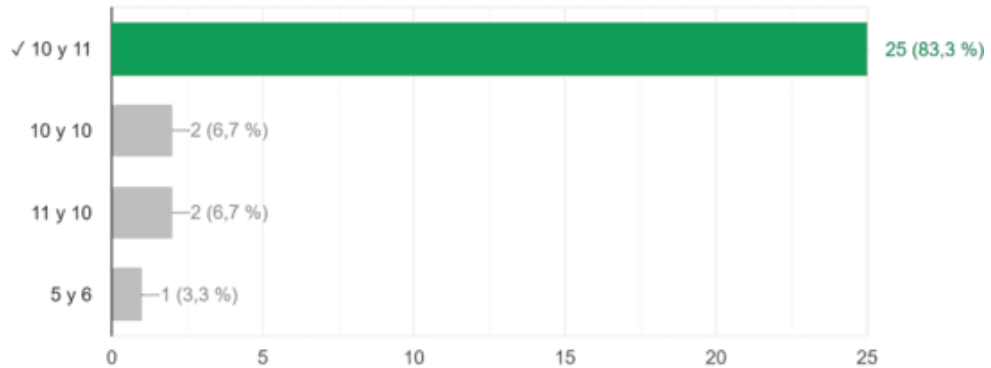


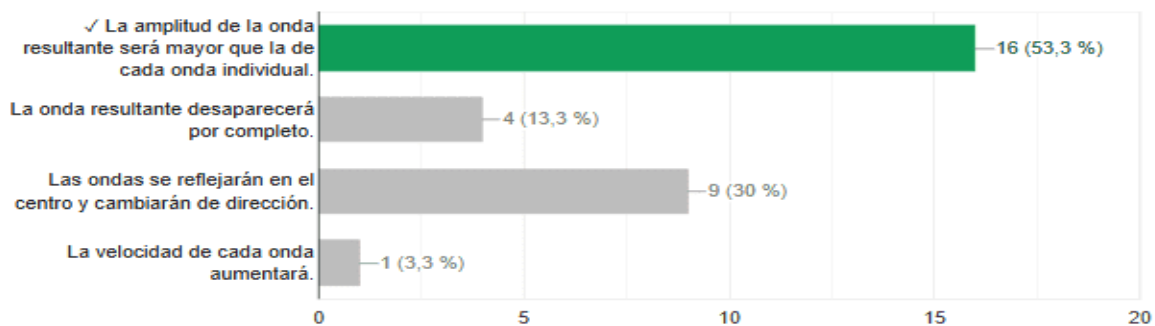
Figura 41.

Superposición en cuerdas que forman ondas – Postest

12. Un estudiante genera dos ondas idénticas en una cuerda, una desde el extremo izquierdo y otra desde el extremo derecho. Ambas ondas viajan hacia el centro de la cuerda y se superponen.

¿Qué ocurrirá cuando las dos ondas se encuentren en fase en el centro de la cuerda?

16 de 30 respuestas correctas



Este progreso fue posible gracias al uso de simulaciones dinámicas dentro del OVA, que permitieron visualizar los patrones de interferencia en diversos escenarios. La representación visual de los nodos y antinodos facilitó la comprensión de conceptos abstractos y reforzó la conexión entre teoría y experiencia. Como señalan Carreño Saavedra y Prada Figueroa (2022), la mediación digital en el estudio del movimiento ondulatorio permite superar las barreras de abstracción al representar gráficamente situaciones físicas que son difíciles de observar en un aula tradicional.

Variable V005. Respecto al cálculo de la frecuencia fundamental y los armónicos en sistemas físicos, los resultados del postest revelaron una mejora significativa. Los estudiantes mostraron mayor familiaridad con el concepto de armónicos y lograron establecer su relación con fenómenos auditivos y contextos aplicados, superando las dificultades de asociación evidenciadas en la prueba diagnóstica. Esta evolución demuestra un proceso de interiorización conceptual y funcional del comportamiento vibratorio en diferentes medios.

Figura 42.

Frecuencia fundamental y armónicos – Postest

14. Se tienen dos cuerdas de igual longitud y tensión, pero de diferente grosor. La cuerda 1 es más delgada y la cuerda 2 es más gruesa. Ambas cuerdas están fijadas en sus extremos y vibran en su modo fundamental.

Con base en esta información, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta sobre sus frecuencias fundamentales?

24 de 30 respuestas correctas

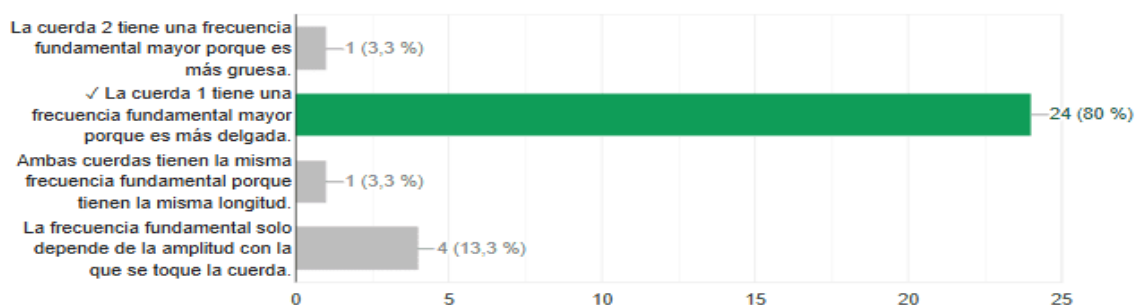
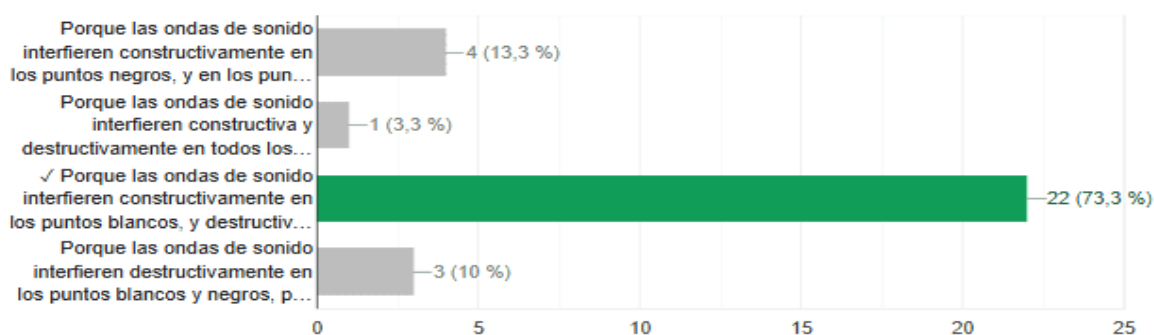


Figura 43.*Interferencia constructiva y destructiva – Postest*

15. Un estudiante camina por el frente de dos parlantes ubicados afuera de la emisora del colegio. Dentro de la emisora, la profesora de física toca la nota do, en un clarinete para ayudar al profesor de música a afinar algunos instrumentos musicales. El estudiante percibe que hay lugares en donde el sonido del clarinete se escucha más fuerte, mientras que en otros no, y los marca como se muestra en la siguiente figura.

Si el estudiante le pregunta a la profesora la razón por la cual en los puntos blancos el sonido se escucha más fuerte que en los negros, ¿Cuál de los siguientes argumentos debe darle la profesora al estudiante?

22 de 30 respuestas correctas



Para facilitar esta comprensión, el OVA integró simulaciones auditivas y visuales que permitieron a los estudiantes experimentar con modos de vibración y sus armónicos en distintos sistemas físicos. Según Ramos Ríos (2021), el uso de simuladores interactivos como PhET permite representar fenómenos abstractos de manera accesible, brindando a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más cercana a la realidad, incluso desde entornos digitales.

Variable V006. En lo relacionado con la propagación del sonido como onda mecánica longitudinal, se observó un avance relevante en el reconocimiento de las características de las ondas sonoras y la forma en que se transmiten a través de diferentes medios. A diferencia del pretest, en el que se presentaban confusiones frecuentes entre conceptos como masa, densidad y dirección de propagación, en el postest se evidenció una comprensión más clara y estructurada del fenómeno.

Figura 44.

Comparación de frecuencias en dos cuerdas – Postest

7. En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. En otra cuerda 2 idéntica y sujeta a la misma tensión que la cuerda 1 se genera una onda con frecuencia 2Hz . Las ondas tienen amplitudes iguales. La figura que ilustra las formas de las cuerdas en un instante dado es:

25 de 30 respuestas correctas

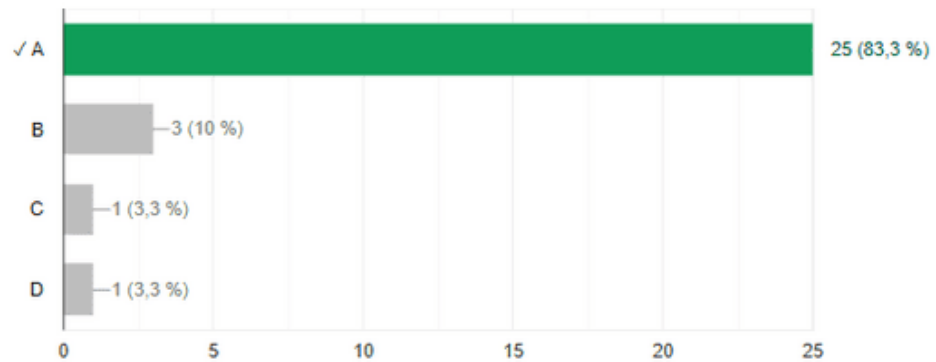


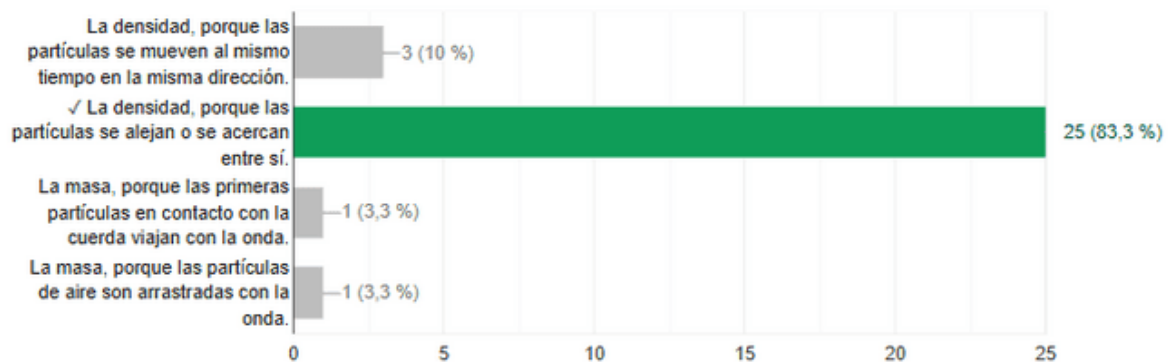
Figura 45.

Características del sonido – Postest

9. Una persona se dispone a afinar su guitarra y, para hacerlo, toca una de sus cuerdas. La cuerda vibra como se ilustra en la figura y, de igual manera, hace vibrar las partículas de aire, lo cual genera sonido.

Teniendo en cuenta la información anterior, ¿Cuál de las siguientes características del aire cambian cuando el sonido se propaga?

25 de 30 respuestas correctas



Este progreso fue apoyado por la inclusión de animaciones y recursos visuales en el OVA que mostraban el comportamiento de las partículas en medios materiales durante la propagación del sonido. De acuerdo con Ochoa & Otero (2021), el uso de herramientas digitales interactivas en la enseñanza de las ciencias favorece el aprendizaje significativo al permitir que los estudiantes exploren fenómenos complejos de manera visual, manipulativa y contextualizada.

Variable V007. Finalmente, en lo que respecta a la comprensión de las ondas electromagnéticas, su propagación y aplicaciones, los resultados del postest reflejan una mejora considerable en la capacidad de los estudiantes para distinguir este tipo de ondas de las ondas mecánicas, así como para relacionarlas con fenómenos cotidianos. Este cambio evidencia que los contenidos del OVA lograron conectar el conocimiento abstracto con aplicaciones reales del espectro electromagnético.

Figura 46.

Onda estacionaria – Postest

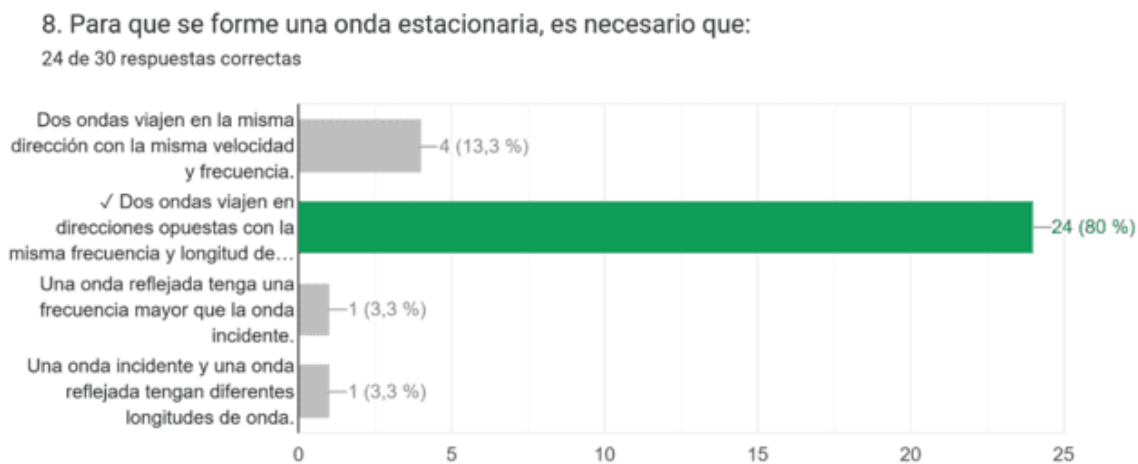
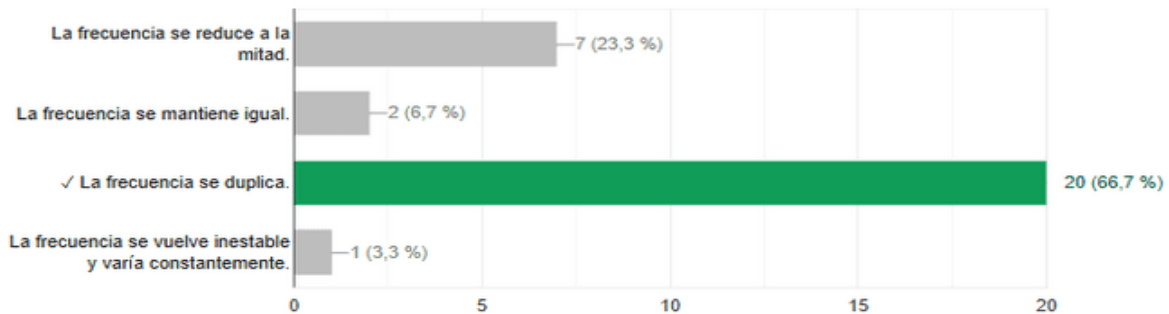


Figura 47.*Armónicos – Postest*

13. Un músico toca una cuerda de guitarra y nota que vibra en su modo fundamental. Luego, sin modificar la tensión de la cuerda, toca la misma cuerda, pero apoyando ligeramente un dedo en el punto medio, generando un primer armónico.

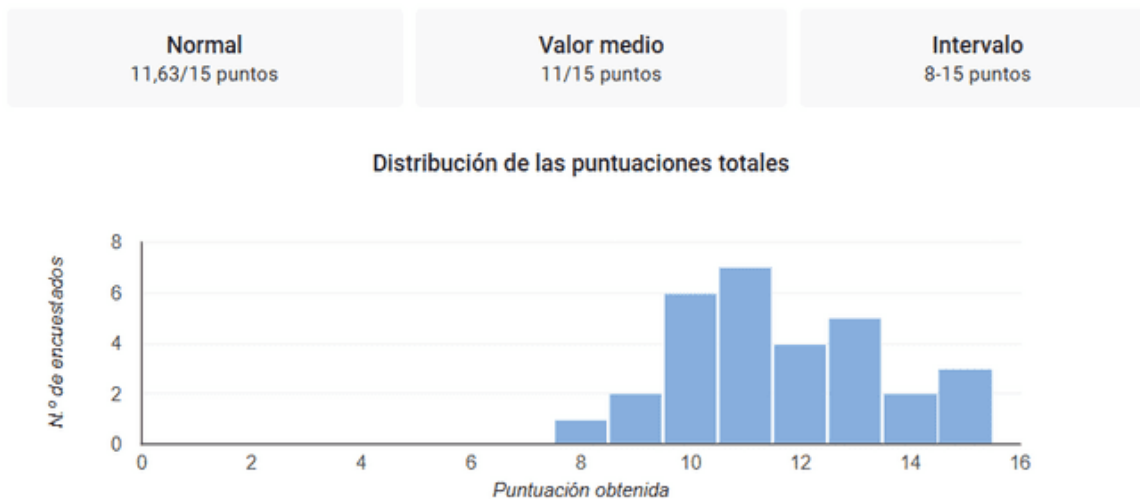
Con respecto a la frecuencia del sonido producido en el modo fundamental, ¿Qué sucede con la frecuencia del primer armónico?

20 de 30 respuestas correctas



Las actividades de exploración guiada, apoyadas en simulaciones y videos explicativos, permitieron al estudiante observar y reflexionar sobre las diferentes formas de propagación de estas ondas. Vargas Ayala (2020) destaca que los Objetos Virtuales de Aprendizaje son herramientas efectivas para generar conexiones significativas entre los fenómenos físicos y su utilidad práctica en la vida diaria, promoviendo así un aprendizaje más funcional e integral.

En términos generales, los resultados del postest reflejan un avance significativo en la comprensión del Movimiento Armónico Simple por parte de los estudiantes. La media obtenida fue de 11,63 sobre 15 puntos, lo que evidencia una mejora considerable frente al promedio alcanzado en la prueba diagnóstica.

Figura 48.*Resultados del postest*

Este incremento se ve respaldado por la distribución de los puntajes en la gráfica de barras, donde se observa un mayor número de estudiantes concentrados en los rangos superiores de desempeño. Este comportamiento sugiere que la intervención pedagógica mediada por el OVA OndaNova tuvo un impacto positivo en la adquisición de conocimientos, permitiendo superar las principales dificultades conceptuales identificadas en la fase inicial y consolidar un aprendizaje más significativo, autónomo y contextualizado.

Análisis comparativo final – Evaluación del impacto del OVA. Para contrastar las hipótesis estadísticas planteadas y determinar si la implementación del OVA tuvo un efecto significativo en el desempeño de los estudiantes, se aplicó una prueba de hipótesis utilizando el test t de Student para muestras relacionadas. Esta prueba comparó los puntajes obtenidos en el pretest y el postest por los mismos 30 estudiantes, con el fin de establecer si la mejora observada podía atribuirse a la intervención pedagógica con OndaNova.

La media del pretest fue de 4,72 con una desviación estándar de 1,7207, mientras que la del postest ascendió a 11,63 con una desviación estándar de 1,8659. La diferencia notable entre

ambas medias, sumada a la consistencia de la muestra, permitió rechazar la hipótesis nula y confirmar que el cambio en los resultados no se debió al azar. Ver Apéndice C.

Estos hallazgos confirman el impacto del objeto virtual como herramienta para potenciar el aprendizaje de fenómenos físicos complejos, al favorecer procesos de representación, exploración y transferencia del conocimiento. De acuerdo con Jonassen (2019), los entornos digitales bien estructurados promueven una resolución de problemas más eficaz al conectar los modelos abstractos con experiencias de aprendizaje concretas, lo que se alinea con los resultados obtenidos en esta investigación. En suma, la prueba estadística respalda cuantitativamente lo observado en el análisis por variables: el OVA permitió a los estudiantes avanzar sustancialmente en la comprensión del MAS.

Cabe destacar que los resultados del pretest y del posttest se organizaron por cada una de las variables establecidas en el Cuadro de Operacionalidad de Variables (V001 a V007), presentando sus respectivas gráficas e interpretaciones de manera individual. Esta estructura metodológica permitió identificar avances específicos por dimensión y garantizar una lectura detallada del impacto del OVA OndaNova en la comprensión del Movimiento Armónico Simple, con respaldo visual e interpretativo en cada apartado correspondiente.

7. Conclusiones

La presente investigación abordó cómo un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) puede facilitar la comprensión del Movimiento Armónico Simple (MAS) y contribuir al fortalecimiento de las competencias científicas en estudiantes de grado 11. Para ello, se diseñó y ejecutó el proyecto OndaNova en el marco de un estudio educativo con enfoque cuantitativo, que permitió valorar el impacto del recurso mediante el análisis de resultados obtenidos en pruebas diagnósticas y finales. A partir del análisis sistemático de cada fase del proyecto, se concluye que

los objetivos planteados se cumplieron satisfactoriamente y que la propuesta representa un aporte significativo para la enseñanza de la física en la educación media.

En relación con el primer objetivo, se logró la elaboración de un OVA estructurado en cinco módulos temáticos que integran teoría, simulaciones, recursos multimedia y actividades interactivas. La organización de los contenidos y la navegación del recurso respondieron a criterios pedagógicos centrados en el aprendizaje autónomo, permitiendo a los estudiantes interactuar con el concepto del MAS desde una perspectiva clara, progresiva y contextualizada. Este diseño demostró ser adecuado para abordar los vacíos conceptuales previamente identificados y propiciar una comprensión más funcional del fenómeno físico.

Con respecto al segundo objetivo, la planificación didáctica se sustentó en el modelo instruccional ADDIE, lo que permitió establecer una ruta coherente con las necesidades detectadas en el diagnóstico inicial. Cada módulo fue diseñado con base en los resultados del pretest, garantizando una progresión lógica en el tratamiento del contenido. La duración estimada, la secuencia temática y los recursos digitales seleccionados facilitaron una implementación efectiva, adaptada al ritmo de aprendizaje de los estudiantes y orientada al desarrollo de competencias científicas.

En cuanto al tercer objetivo, la comparación entre la prueba diagnóstica y la evaluación final evidenció una mejora significativa en la comprensión del MAS. Los estudiantes mostraron avances en la identificación de los elementos del movimiento, en la interpretación de ecuaciones, y en la aplicación del conocimiento en situaciones problema. Estos resultados reflejan el impacto positivo del OVA en la apropiación conceptual del tema y en el fortalecimiento de habilidades analíticas propias del pensamiento científico. Asimismo, se logró activar procesos cognitivos

clave como la observación, la inferencia y la modelación, promoviendo un aprendizaje más profundo y autónomo.

A lo largo del proceso investigativo, la metodología empleada demostró ser adecuada para los propósitos del estudio y permitió abordar con rigurosidad cada uno de los objetivos planteados. La secuencia de diseño, implementación y evaluación fue ejecutada de manera coherente, garantizando la validez interna de los hallazgos y la pertinencia pedagógica del recurso. En definitiva, *OndaNova* se consolida como una estrategia innovadora y efectiva para la enseñanza del Movimiento Armónico Simple, contribuyendo al fortalecimiento de los procesos de aprendizaje en física mediante el uso intencionado de herramientas digitales.

8. Recomendaciones

Se recomienda replicar este estudio en otros contextos educativos, tanto urbanos como rurales, con el fin de contrastar los resultados obtenidos y valorar el impacto del Objeto Virtual de Aprendizaje en diferentes escenarios escolares. Esto permitiría observar cómo se comporta la estrategia en ambientes con diversas dinámicas institucionales, niveles de acceso tecnológico y perfiles estudiantiles.

Para futuras investigaciones, se sugiere trabajar con una muestra más amplia que permita generalizar los hallazgos con mayor validez y profundidad. Incluir estudiantes de distintos grados o instituciones podría ofrecer una visión más amplia sobre la apropiación de conceptos complejos mediante recursos digitales.

También se plantea la posibilidad de aplicar una estrategia similar para abordar otros temas del área de física, especialmente aquellos que presentan dificultades frecuentes en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esta continuidad permitiría consolidar propuestas pedagógicas centradas en el uso activo de tecnologías educativas.

Finalmente, se considera pertinente diseñar e implementar una estrategia de formación docente que acompañe el uso del OVA en otras instituciones educativas. Este proceso formativo podría enfocarse en el uso pedagógico de simuladores, el diseño instruccional de secuencias didácticas digitales y la integración de herramientas interactivas en el aula. Con ello se promovería una adopción más efectiva del recurso, fortaleciendo su sostenibilidad, adaptabilidad y apropiación en distintos entornos escolares.

Referencias

- Afanador Silva, A. (2019). *Implementación de un laboratorio virtual interactivo para la enseñanza de física en el grado 10, en la Institución Educativa Andrés Bello de la ciudad de Bucaramanga 2019*.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Barreto-Farfán, M. (2020). *Las interacciones en los entornos virtuales de aprendizaje y su impacto en la autorregulación del aprendizaje universitario* [Tesis doctoral, Universitat Oberta de Catalunya]. UOC Repositori. <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/110306>
- Bohórquez Guevara, V.M. (2024). Desafíos en la Enseñanza de la Física: Análisis a partir de una Revisión Bibliográfica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 8702–8715. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10202
- Carreño Saavedra, J.F., & Prada Figueroa, K.K. (2022). *Secuencia didáctica mediada por TIC para fortalecer la competencia científica explicación de fenómenos (movimiento ondulatorio)* [Tesis de maestría]. Floridablanca, Colombia. https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/16292/TGF_Jhon%20Carreño_Kelly%20Prada.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cely, M., & Rodríguez, A. (2022). *Implementación de recursos virtuales para la enseñanza del Movimiento Armónico Simple en educación media* [Tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Chacón, M.L. (2021). *Implementación del modelo ADDIE para el diseño de objetos virtuales de aprendizaje en ciencias naturales* [Tesis de maestría]. Universidad de La Sabana.

- Chiu, T.K., Chai, C.S., Williams, P.J., & Lin, T.J. (2021). Teacher professional development on self-determination theory–based design thinking in STEM education. *Educational Technology & Society*, 24(4), 153–165.
- Coll, C. (2020). *Psicología de la educación y práctica educativa*. Editorial Graó.
- Congreso de Colombia. (1994). *Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación)*. Diario Oficial No. 41.214. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=292>
- Congreso de Colombia. (2009). *Ley 1341 de 2009 (Ley de TIC)*. Diario Oficial No. 47.426. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38008>
- Constitución Política de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Imprenta Nacional.
- Cruz, D., & García, J. (2022). Las simulaciones digitales como herramienta didáctica en la enseñanza de la física. *Revista Colombiana de Educación en Ciencias*, 14(1), 45–59.
- Delgado Coellar, A.E. (2020). *Modelo didáctico para el diseño y planeación de objetos virtuales de aprendizaje para ciencias físicas* [Tesis doctoral]. Universidad Virtual Hispánica de México. <https://bdigital.uvhm.edu.mx/wp-content/uploads/2020/05/Alma-Elisa-Delgado-Coellar.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2022). *Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026: Colombia, potencia mundial de la vida*. DNP. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND-2022-2026.pdf>
- Estrada Villa, S. Y. (2022). *La investigación formativa mediada por TIC: una experiencia en el contexto colombiano* [Tesis doctoral]. Universitat de Barcelona. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/688338>

- Fernández Valverde, M.C., García Herrera, D.G., Cerezo Álvarez, C.A., & Erazo-Álvarez, J.C. (2020). Objetos Virtuales de Aprendizaje: Una estrategia innovadora para la enseñanza de la Física. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONI*, 5(1).
- González, D. (2021). *Diseño de un objeto virtual de aprendizaje basado en el modelo ADDIE para la enseñanza de la física en educación media* [Tesis de maestría]. Universidad del Atlántico.
- González, L.A. (2023). Recursos Educativos Digitales Abiertos y su impacto en la innovación educativa. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 22(2), 75–88.
- Gutiérrez Cáceres, R.A. (2023). *Enseñanza de la robótica en la educación media a través del uso de una estrategia didáctica, Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)* [Tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional.
<https://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/16800>
- Jaimes-Bravo, C.A., & López-Galeth, G.M. (2021). *Estrategia Metodológica en la Implementación de Laboratorios Virtuales Para la Enseñanza del Tema Reacciones Químicas en la Asignatura Química en el Grado Décimo*.
- Jonassen, D.H. (2019). *Learning to Solve Problems: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments*. Routledge.
- Kalantzis, M., & Cope, B. (2020). *Adding multimodal meaning: The new learning and the new literacies*. Routledge.
- López, J. (2021). *Estrategias didácticas mediadas por TIC para la enseñanza de la física en bachillerato* [Tesis de maestría]. Universidad del Tolima.
- Loor Bautista, J.G. (2022). *Diseño de una guía metodológica para la implementación de recursos didácticos digitales desarrollados en MatLab para el proceso de enseñanza-*

- aprendizaje de la Física por parte de los docentes del área de Ciencias Exactas* [Tesis de posgrado]. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/19962/Loor%20Bautista%20-%20Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maca Sosa, J.M. (2023). *Uso de objetos virtuales de aprendizaje en la enseñanza del movimiento ondulatorio en grado once* [Tesis de maestría]. Universidad de Cartagena.
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/14613>
- Martínez-Palmera, O., Combata-Niño, H., & De-La-Hoz-Franco, E. (2018). Mediación de los objetos virtuales de aprendizaje en el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería. *Formación universitaria*, 11(6), 63–74.
- Ministerio de Educación Nacional. (1994). *Decreto 1860 de 1994*. Diario Oficial No. 41.356.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=292>
- Ministerio de Educación Nacional. (1996). *Resolución 2343 de 1996: Lineamientos curriculares para la educación básica*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2009). *Decreto 1290 de 2009*. Diario Oficial No. 47.323.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=35654>
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje: DBA para educación básica y media*. MEN.
- Montoya, J.A. (2020). *Diseño de una estrategia didáctica basada en el modelo ADDIE para el aprendizaje del movimiento oscilatorio en grado 11* [Tesis de maestría]. Universidad de San Buenaventura.

- Morales, D.V.R., & Huamani, R.P. (2022). La gamificación como estrategia de enseñanza y las habilidades sociales en estudiantes de enfermería en una universidad privada de Lima. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 11321–11335.
- Naranjo Becerra, A.M., Giraldo Rincón, B.A., & Gómez Bedoya, E. J. (2018). *Los laboratorios virtuales como estrategia didáctica para el aprendizaje del fenómeno físico caída libre*.
- Novak, J.D. (2021). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Routledge.
- Ochoa Sanabria, J.A., & Otero Oyola, E.A. (2021). *La gamificación como estrategia de fortalecimiento del entorno físico de las ciencias naturales en los grados 8 y 9*. Universidad de Santander UDES.
<https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/818d9fdb-3288-4133-8587-63efa7cc64e9/content>
- Ojanguren Pinedo, B. (2021). *Material didáctico para la enseñanza de movimiento ondulatorio en la educación media superior* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://132.248.9.195/ptd2022/marzo/0823041/Index.html>
- Ospina, L. (2023). *Diseño e implementación de un objeto virtual de aprendizaje sobre el MAS para estudiantes de grado 11* [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia.
- Parada Botia, J.O. (2020). *Propuesta pedagógica para el fortalecimiento del aprendizaje musical en los estudiantes del grado séptimo de un colegio público de Bucaramanga, a través de un objeto virtual de aprendizaje (OVA)* [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Bucaramanga. <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/12473>

- Pazos, W.R.S., & Herrera, J.V.E. (2024). Objeto virtual de aprendizaje aplicado al proceso de enseñanza en la materia de educación física en estudiantes de 3ro de bachillerato de la Unidad Educativa Bolívar de Tulcán. *SATHIRI*, 19(2), 48–60.
- Pérez, E.L.D.L. O. (2022). *Ambiente virtual de aprendizaje para fortalecer la resolución de problemas geométricos en estudiantes de grado décimo de la institución educativa liceo Caucasia* [Tesis doctoral, Universidad de Cartagena].
- Pérez-Higuera, G.D., Niño-Vega, J.A., & Fernández-Morales, F.H. (2020). Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física. *AIBI Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*.
- Piaget, J. (1972). *Psicología y pedagogía*. Ed. Ariel–Barcelona.
- Pillajo Sotalín, A.J. (2019). *Guía digital del uso del formulario de Google Forms para la evaluación en básica superior*. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Israel.
<http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1991/1/UISRAEL-EC-MASTER-EDUC-378.242-2019-012.pdf>
- Pinilla Acevedo, J.C. (2018). *Generación de aprendizajes significativos de la física mediante el uso de una plataforma virtual* [Tesis de maestría]. Universidad Cuauhtémoc.
https://21155268.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/21155268/sitio_ead/repositorio-tesis/TesisJuanCarlosPinillaAcevedo.pdf
- Pozzo, M.I., Borgobello, A., & Pierella, M.P. (2019). Uso de cuestionarios en investigaciones sobre universidad: análisis de experiencias desde una perspectiva situada. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 8(2), e046.
https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.9347/pr.9347.pdf
- Prensky, M. (2021). *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. Editora Senac São Paulo.

- Quintero, L.J.C., Ibáñez, J. M. S., & Segura, J. A. (2020). Hacia una visión contemporánea de la Tecnología Educativa. *Digital Education Review*, (37), 240–268.
- Ramírez, D., & Colmenares, F. (2021). Objetos virtuales de aprendizaje como estrategia didáctica en la educación científica. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 16(2), 101–117.
- Ramos Ríos, J.E. (2021). *Estrategia didáctica para el fortalecimiento de la enseñanza del movimiento ondulatorio utilizando el simulador interactivo PhET, en grado 11°*. Universidad de Santander UDES.
<https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/9fc4e92f-f4ef-4508-8219-279a8c90149b/content>
- Roncancio Becerra, C.Y. (2019). *Evaluación de los entornos virtuales de enseñanza aprendizaje (EVEA) de la Universidad Santo Tomás Bucaramanga (Colombia) mediante la adaptación y aplicación del sistema Learning Object Review Instrument (LORI)* [Tesis doctoral, Universitat de les Illes Balears]. DSpace UIB.
<https://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/154600>
- Rosales, F.G., Mercado, V.M., Monasterolo, R.R., & Ribotta, S.L. (2016). Implementación de un laboratorio de física en tiempo real para el aprendizaje activo de circuitos eléctricos. *Formación universitaria*, 9(6), 03–12.
- Santiago-Trujillo, Y.D., & Garvich-Ormeño, R.M. (2024). Competencias Digitales e Integración de las TIC en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 17(1), 50–65.
- Sampieri, R.H., Collado, C.F., & Lucio, M.P.B. (2020). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.ª ed.). McGraw-Hill Education.

- Shemshack, A., Kinshuk, & Spector, J.M. (2021). Un análisis exhaustivo de los componentes del aprendizaje personalizado. *Journal of Computers in Education*, 8(4), 485–503.
- Solano Hernández, J.C. (2023). *Estrategia metodológica para integrar las TIC en la formación de profesores de ciencias: competencias digitales docentes* [Tesis doctoral, Universitat de Barcelona]. TDX. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/688338>
- Valle Taiman, A., Manrique Villavicencio, L., & Revilla Figueroa, D.M. (2022). *La investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/184559/GUÍA%20INVESTIGACIÓN%20DESCRIPTIVA%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas Ayala, C.C. (2020). *Estrategia didáctica mediada por un OVA para el aprendizaje de los movimientos ondulatorios en grado Pensar 3* [Tesis de posgrado]. Fundación Universitaria Los Libertadores.
- Vera, M., Stoppello, M., Petris, R., & Giménez, L. (2018). *Recursos TIC para el aprendizaje de la química y la física en el ciclo básico universitario*. Universidad Nacional del Nordeste.
https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/30371/RIUNNE_FACENA_AC_Vera-Lucero-Stoppello.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villacrez-Oliva, C.C., & Oliva, M.V.V. (2024). Ambiente virtual de aprendizaje para la enseñanza y aprendizaje de Física. *Revista Unimar*, 42(2), 13–41.
- Villamizar, C.Z.A., Suárez, C.A.H., & Suárez, J.P.R. (2020). Objeto virtual de aprendizaje para desarrollar las habilidades numéricas: una experiencia con estudiantes de educación básica. *Panorama*, 14(1), 111–133.

Vásquez, C. (2022). *Aprendizaje autónomo y autorregulado en ambientes virtuales de educación en ciencias* [Tesis de maestría]. Universidad del Valle.

Vygotsky, L.S. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Editorial Crítica. (Original en inglés).

Apéndices

Apéndice A. Pretest



Pre Test Movimiento Armónico Simple

B *I* U ∞ \times

Apreciado estudiante:

A continuación, encontrará una prueba diagnóstica sobre el tema de Movimiento Armónico Simple, diseñada con el propósito de explorar sus conocimientos previos y brindar insumos valiosos para orientar nuestro proceso de enseñanza - aprendizaje.

Este formulario recoge automáticamente los correos de todos los encuestados. [Cambiar configuración](#)

Nombres y Apellidos *

Texto de respuesta corta

1. En un movimiento armónico simple *

- La aceleración es nula cuando la elongación es máxima
- La elongación es cero cuando la velocidad es máxima.
- La aceleración es directamente proporcional a la velocidad, pero de signo contrario
- La aceleración es directamente proporcional a la frecuencia

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas con el movimiento armónico es falsa? *

- La aceleración es periódica
- El valor de la aceleración depende de la masa de la partícula.
- La aceleración es máxima en el centro y nula en los extremos
- La aceleración es proporcional al desplazamiento, pero de sentido contrario

3. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones referidas al movimiento vibratorio armónico simple de un oscilador mecánico es cierta? *

- En el movimiento armónico simple el período depende solamente de la amplitud.
- En el movimiento armónico simple la frecuencia es directamente proporcional a la masa.
- En el movimiento armónico simple el periodo depende exclusivamente de la constante elástica.
- El movimiento armónico simple puede considerarse como la proyección de un movimiento circular uniforme sobre cualquier diámetro de la circunferencia.

4. Un investigador sumerge un detector de sonido en agua para grabar los sonidos emitidos por los animales. El detector muestra la longitud de onda, la frecuencia, la velocidad de propagación y la distancia a la que se produce el sonido emitido por los animales. El investigador saca el detector del agua y registra un sonido.

¿Cuál cambio de las variables mencionadas le permite asegurar al investigador que el sonido se trasmite por el aire y no por el agua?

- La longitud de onda.
- La frecuencia de la onda.
- La forma de la onda.
- La velocidad de la onda

5. La ecuación de posición de un objeto en Movimiento Armónico Simple (MAS) está dada por: *

$$x(t) = A \text{ Sen}(\omega t + \varphi)$$

En esta ecuación, ¿Qué representa el término ω ?

- La distancia máxima que recorre el objeto desde su posición de equilibrio.
- La cantidad de oscilaciones completas que ocurren por segundo.
- La rapidez con la que cambia la fase del movimiento.
- La posición inicial del objeto en el instante $t = 0$.

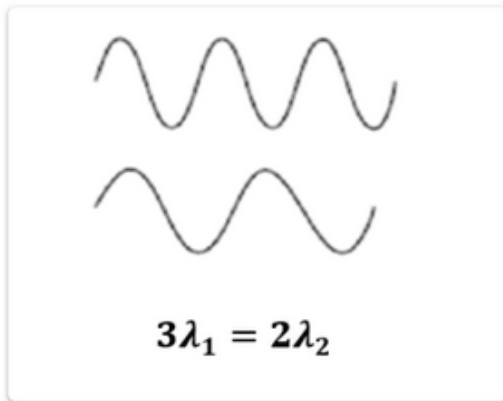
6. Un objeto realiza un Movimiento Armónico Simple descrito por la ecuación de posición: *

$$x(t) = 5 \text{ Sen}(2\pi t + \varphi)$$

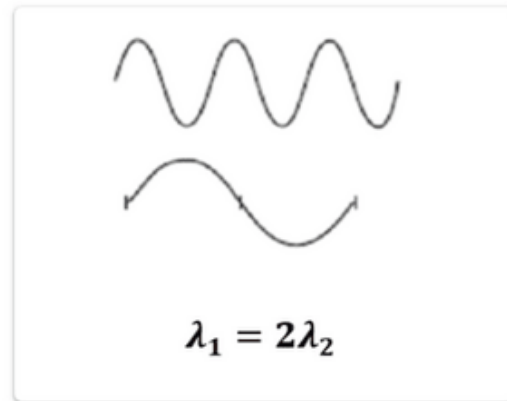
¿Cuál es la ecuación de la velocidad del objeto en función del tiempo?

- $v(t) = -10\pi \sin(2\pi t + \varphi)$
- $v(t) = 5\pi \cos(2\pi t + \varphi)$
- $v(t) = 10\pi \cos(2\pi t + \varphi)$
- $v(t) = -5\pi \cos(\pi t + \varphi)$

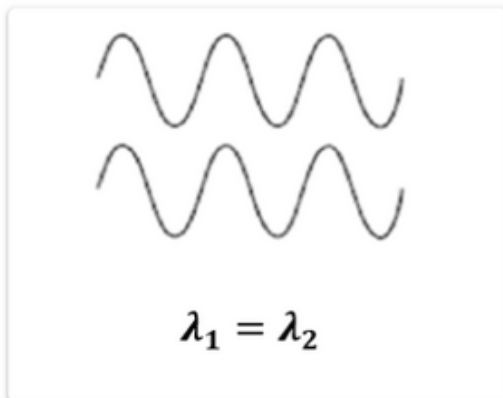
7. En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. En otra cuerda 2 idéntica y sujeta a la misma tensión que la cuerda 1 se genera una onda con frecuencia 2Hz . Las ondas tienen amplitudes iguales. La figura que ilustra las formas de las cuerdas en un instante dado es:



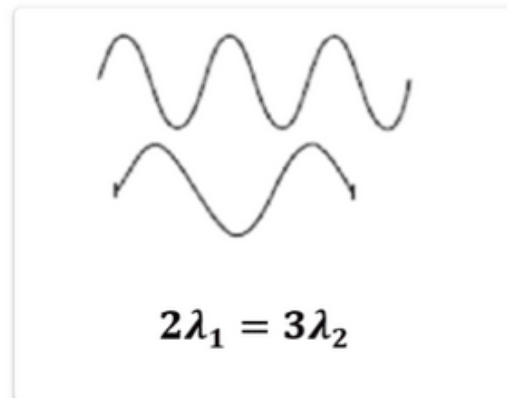
A



B



C



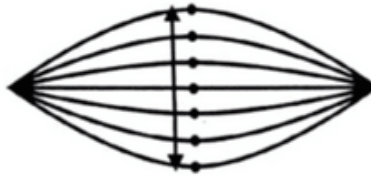
D

8. Para que se forme una onda estacionaria, es necesario que: *

- Dos ondas viajen en la misma dirección con la misma velocidad y frecuencia.
- Dos ondas viajen en direcciones opuestas con la misma frecuencia y longitud de onda.
- Una onda reflejada tenga una frecuencia mayor que la onda incidente.
- Una onda incidente y una onda reflejada tengan diferentes longitudes de onda.

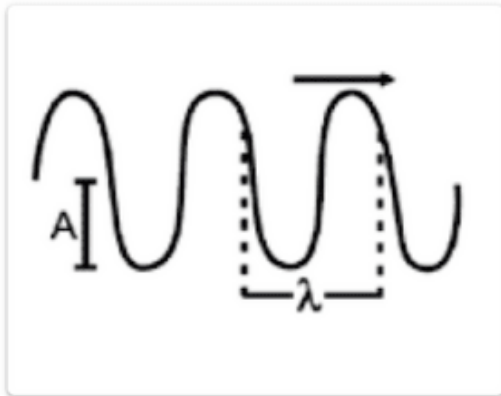
9. Una persona se dispone a afinar su guitarra y, para hacerlo, toca una de sus cuerdas. La cuerda vibra como se ilustra en la figura y, de igual manera, hace vibrar las partículas de aire, lo cual genera sonido. *

Teniendo en cuenta la información anterior, ¿Cuál de las siguientes características del aire cambian cuando el sonido se propaga?

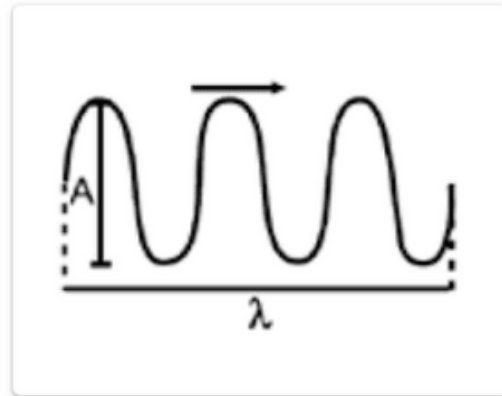


- La densidad, porque las partículas se mueven al mismo tiempo en la misma dirección.
- La densidad, porque las partículas se alejan o se acercan entre sí.
- La masa, porque las primeras partículas en contacto con la cuerda viajan con la onda.
- La masa, porque las partículas de aire son arrastradas con la onda.

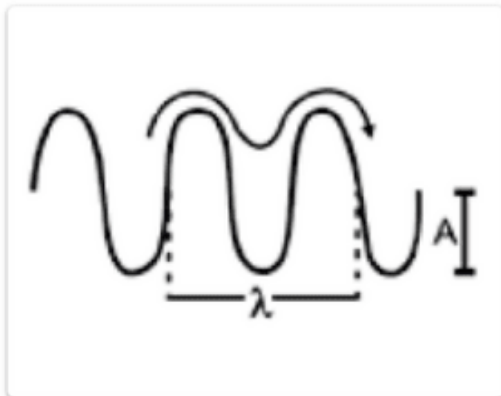
10. En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas * de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. Las siguientes son fotografías de la cuerda en un instante dado. La figura en la que se señalan correctamente la amplitud de la onda (A), la longitud de onda (λ) y la dirección de propagación es hacia la derecha es:



A



B

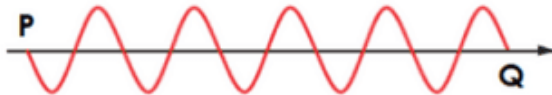


C



D

11. El número de antinodos y nodos de la onda que muestra la figura, entre los puntos P y Q respectivamente son: *



- 10 y 11
- 10 y 10
- 11 y 10
- 5 y 6

12. Un estudiante genera dos ondas idénticas en una cuerda, una desde el extremo izquierdo y otra desde el extremo derecho. Ambas ondas viajan hacia el centro de la cuerda y se superponen. *

¿Qué ocurrirá cuando las dos ondas se encuentren en fase en el centro de la cuerda?

- A. La amplitud de la onda resultante será mayor que la de cada onda individual.
- B. La onda resultante desaparecerá por completo.
- C. Las ondas se reflejarán en el centro y cambiarán de dirección.
- D. La velocidad de cada onda aumentará.

13. Un músico toca una cuerda de guitarra y nota que vibra en su modo fundamental. Luego, sin modificar la tensión de la cuerda, toca la misma cuerda, pero apoyando ligeramente un dedo en el punto medio, generando un primer armónico.

Con respecto a la frecuencia del sonido producido en el modo fundamental, ¿Qué sucede con la frecuencia del primer armónico?

- A. La frecuencia se reduce a la mitad.
- B. La frecuencia se mantiene igual.
- C. La frecuencia se duplica.
- D. La frecuencia se vuelve inestable y varía constantemente.

14. Se tienen dos cuerdas de igual longitud y tensión, pero de diferente grosor. La cuerda 1 es más delgada y la cuerda 2 es más gruesa. Ambas cuerdas están fijas en sus extremos y vibran en su modo fundamental.

Con base en esta información, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta sobre sus frecuencias fundamentales?

- A. La cuerda 2 tiene una frecuencia fundamental mayor porque es más gruesa.
- B. La cuerda 1 tiene una frecuencia fundamental mayor porque es más delgada.
- C. Ambas cuerdas tienen la misma frecuencia fundamental porque tienen la misma longitud.
- D. La frecuencia fundamental solo depende de la amplitud con la que se toque la cuerda.

15. Un estudiante camina por el frente de dos parlantes ubicados afuera * de la emisora del colegio. Dentro de la emisora, la profesora de física toca la nota do, en un clarinete para ayudar al profesor de música a afinar algunos instrumentos musicales. El estudiante percibe que hay lugares en donde el sonido del clarinete se escucha más fuerte, mientras que en otros no, y los marca como se muestra en la siguiente figura.

Si el estudiante le pregunta a la profesora la razón por la cual en los puntos blancos el sonido se escucha más fuerte que en los negros, ¿Cuál de los siguientes argumentos debe darle la profesora al estudiante?

- A. Porque las ondas de sonido interfieren constructivamente en los puntos negros, y en los puntos blancos se reflejan.
- B. Porque las ondas de sonido interfieren constructiva y destructivamente en todos los puntos, pero en los blancos las ondas se refractan.
- C. Porque las ondas de sonido interfieren constructivamente en los puntos blancos, y destructivamente en los puntos negros.
- D. Porque las ondas de sonido interfieren destructivamente en los puntos blancos y negros, pero en los negros se reflejan y se refractan.

¡Gracias por tu participación!



Enviar

Página 1 de 1

Borrar formulario

Apéndice B. Postest

Post - Test MAS

B *I* U  

Estimados estudiantes:

Les doy la bienvenida a esta prueba final, que hace parte del proceso de evaluación del aprendizaje sobre el tema de Movimiento Armónico Simple. El objetivo de este cuestionario es valorar el avance alcanzado luego de la implementación del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) desarrollado especialmente para ustedes.

Les invitamos a responder con total compromiso y concentración, teniendo en cuenta que sus respuestas serán fundamentales para analizar el impacto de esta estrategia pedagógica y seguir mejorando nuestras experiencias de aprendizaje.

1. En un movimiento armónico simple *

- La aceleración es nula cuando la elongación es máxima
- La elongación es cero cuando la velocidad es máxima.
- La aceleración es directamente proporcional a la velocidad, pero de signo contrario
- La aceleración es directamente proporcional a la frecuencia

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas con el movimiento armónico es falsa? *

- La aceleración es periódica
- El valor de la aceleración depende de la masa de la partícula.
- La aceleración es máxima en el centro y nula en los extremos
- La aceleración es proporcional al desplazamiento, pero de sentido contrario

3. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones referidas al movimiento vibratorio armónico simple de un oscilador mecánico es cierta? *

- En el movimiento armónico simple el período depende solamente de la amplitud.
- En el movimiento armónico simple la frecuencia es directamente proporcional a la masa.
- En el movimiento armónico simple el periodo depende exclusivamente de la constante elástica.
- El movimiento armónico simple puede considerarse como la proyección de un movimiento circular unifor...

4. Un investigador sumerge un detector de sonido en agua para grabar los sonidos emitidos por los animales. El detector muestra la longitud de onda, la frecuencia, la velocidad de propagación y la distancia a la que se produce el sonido emitido por los animales. El investigador saca el detector del agua y registra un sonido.

¿Cuál cambio de las variables mencionadas le permite asegurar al investigador que el sonido se transmite por el aire y no por el agua?

- La longitud de onda.
- La frecuencia de la onda.
- La forma de la onda.
- La velocidad de la onda

5. La ecuación de posición de un objeto en Movimiento Armónico Simple (MAS) está dada por:

$$x(t) = A \text{ Sen}(\omega t + \varphi)$$

En esta ecuación, ¿Qué representa el término ω ?

- La distancia máxima que recorre el objeto desde su posición de equilibrio.
- La cantidad de oscilaciones completas que ocurren por segundo.
- La rapidez con la que cambia la fase del movimiento.
- La posición inicial del objeto en el instante $t = 0$.

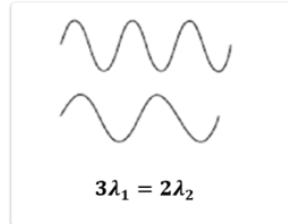
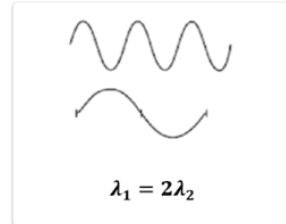
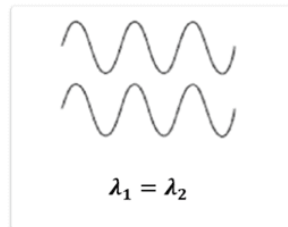
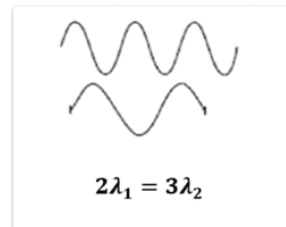
6. Un objeto realiza un Movimiento Armónico Simple descrito por la ecuación de posición:

$$x(t) = 5 \text{ Sen}(2\pi t + \varphi)$$

¿Cuál es la ecuación de la velocidad del objeto en función del tiempo?

- $v(t) = -10\pi \sin(2\pi t + \varphi)$
- $v(t) = 5\pi \cos(2\pi t + \varphi)$
- $v(t) = 10\pi \cos(2\pi t + \varphi)$
- $v(t) = -5\pi \cos(\pi t + \varphi)$

7. En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. En otra cuerda 2 idéntica y sujeta a la misma tensión que la cuerda 1 se genera una onda con frecuencia 2Hz . Las ondas tienen amplitudes iguales. La figura que ilustra las formas de las cuerdas en un instante dado es:

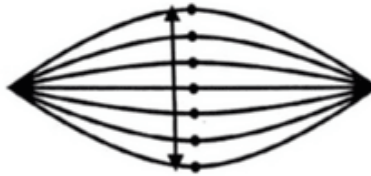

 A

 B

 C

 D

8. Para que se forme una onda estacionaria, es necesario que: *

- Dos ondas viajen en la misma dirección con la misma velocidad y frecuencia.
- Dos ondas viajen en direcciones opuestas con la misma frecuencia y longitud de onda.
- Una onda reflejada tenga una frecuencia mayor que la onda incidente.
- Una onda incidente y una onda reflejada tengan diferentes longitudes de onda.

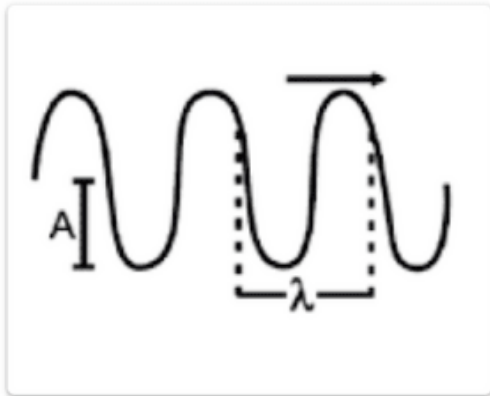
9. Una persona se dispone a afinar su guitarra y, para hacerlo, toca una de sus cuerdas. La cuerda vibra como se ilustra en la figura y, de igual manera, hace vibrar las partículas de aire, lo cual genera sonido. *

Teniendo en cuenta la información anterior, ¿Cuál de las siguientes características del aire cambian cuando el sonido se propaga?

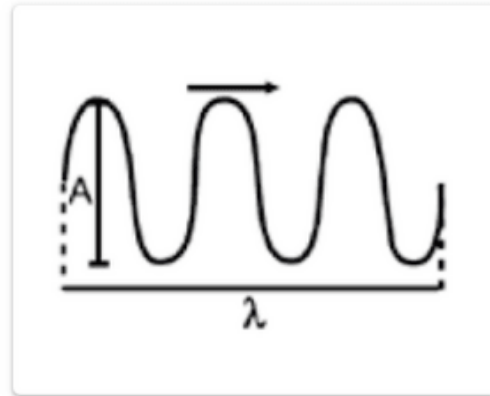


- La densidad, porque las partículas se mueven al mismo tiempo en la misma dirección.
- La densidad, porque las partículas se alejan o se acercan entre sí.
- La masa, porque las primeras partículas en contacto con la cuerda viajan con la onda.
- La masa, porque las partículas de aire son arrastradas con la onda.

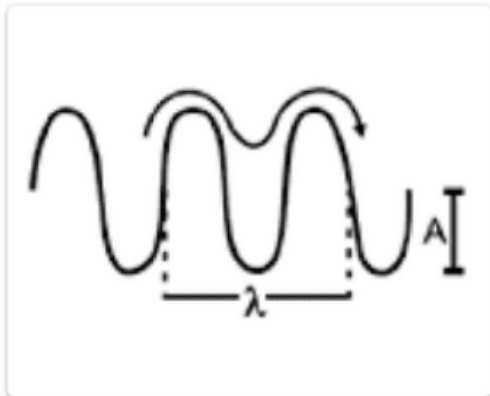
10. En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas *
 de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. Las siguientes son fotografías de la cuerda en un
 instante dado. La figura en la que se señalan correctamente la amplitud
 de la onda (A), la longitud de onda (λ) y la dirección de propagación es
 hacia la derecha es:



A



B

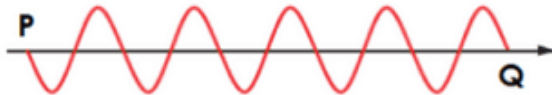


C



D

11. El número de antinodos y nodos de la onda que muestra la figura, entre los puntos P y Q respectivamente son: *



- 10 y 11
- 10 y 10
- 11 y 10
- 5 y 6

12. Un estudiante genera dos ondas idénticas en una cuerda, una desde el extremo izquierdo y otra desde el extremo derecho. Ambas ondas viajan hacia el centro de la cuerda y se superponen. *

¿Qué ocurrirá cuando las dos ondas se encuentren en fase en el centro de la cuerda?

- A. La amplitud de la onda resultante será mayor que la de cada onda individual.
- B. La onda resultante desaparecerá por completo.
- C. Las ondas se reflejarán en el centro y cambiarán de dirección.
- D. La velocidad de cada onda aumentará.

13. Un músico toca una cuerda de guitarra y nota que vibra en su modo fundamental. Luego, sin modificar la tensión de la cuerda, toca la misma cuerda, pero apoyando ligeramente un dedo en el punto medio, generando un primer armónico.

Con respecto a la frecuencia del sonido producido en el modo fundamental, ¿Qué sucede con la frecuencia del primer armónico?

- A. La frecuencia se reduce a la mitad.
- B. La frecuencia se mantiene igual.
- C. La frecuencia se duplica.
- D. La frecuencia se vuelve inestable y varía constantemente.

14. Se tienen dos cuerdas de igual longitud y tensión, pero de diferente grosor. La cuerda 1 es más delgada y la cuerda 2 es más gruesa. Ambas cuerdas están fijas en sus extremos y vibran en su modo fundamental.

Con base en esta información, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta sobre sus frecuencias fundamentales?

- A. La cuerda 2 tiene una frecuencia fundamental mayor porque es más gruesa.
- B. La cuerda 1 tiene una frecuencia fundamental mayor porque es más delgada.
- C. Ambas cuerdas tienen la misma frecuencia fundamental porque tienen la misma longitud.
- D. La frecuencia fundamental solo depende de la amplitud con la que se toque la cuerda.

15. Un estudiante camina por el frente de dos parlantes ubicados afuera * de la emisora del colegio. Dentro de la emisora, la profesora de física toca la nota do, en un clarinete para ayudar al profesor de música a afinar algunos instrumentos musicales. El estudiante percibe que hay lugares en donde el sonido del clarinete se escucha más fuerte, mientras que en otros no, y los marca como se muestra en la siguiente figura.

Si el estudiante le pregunta a la profesora la razón por la cual en los puntos blancos el sonido se escucha más fuerte que en los negros, ¿Cuál de los siguientes argumentos debe darle la profesora al estudiante?

- A. Porque las ondas de sonido interfieren constructivamente en los puntos negros, y en los puntos blancos se reflejan.
- B. Porque las ondas de sonido interfieren constructiva y destructivamente en todos los puntos, pero en los blancos las ondas se refractan.
- C. Porque las ondas de sonido interfieren constructivamente en los puntos blancos, y destructivamente en los puntos negros.
- D. Porque las ondas de sonido interfieren destructivamente en los puntos blancos y negros, pero en los negros se reflejan y se refractan.

Apéndice C. Prueba de hipótesis**PRUEBA DE HIPOTESIS****DATOS**

$H_0 =$	Hipotesis nula
$H_1 =$	Hipotesis alterna
$n_1 = n_2$	Tamaño de la muestra (estudiantes encuestados)
$\sigma_1 =$	Desviación estándar del pretest
$\sigma_2 =$	Desviación estándar del postest
$\bar{x}_1 =$	Media de la muestra del pretest
$\bar{x}_2 =$	Media de la muestra del postest
$\mu_1 =$	Media de la población del pretest
$\mu_2 =$	Media de la población del postest
$\alpha =$	Nivel de significancia

1. Plantear la hipótesis nula y la hipótesis alterna.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

2. Determinar el nivel de significancia y los tamaños de las muestras.

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

$$n_1 = 30$$

$$n_2 = 30$$

3. Elegir el estadístico de prueba y la distribución muestral apropiadaComo n $n \leq 30$ escogemos la distribución t student y las fórmulas:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \rightarrow n \leq 30, \text{ distribución } t \text{ student}$$

 $S_p =$ proporción conjunta de la desviación estándar

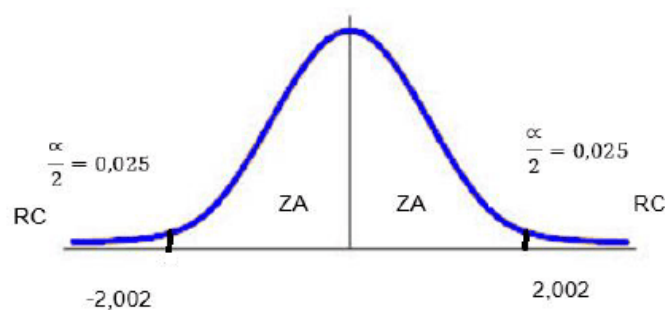
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

4. Determinar valores críticosComo $\frac{\alpha}{2} = 0,025$ Y los grados de libertad = $n_1 + n_2 - 2 = 58$ Buscando en la tabla de distribución t student $t = 2,002$

Teniendo en cuenta la hipótesis alterna, la región crítica o de rechazo está dada por:

$$t < -2,002 \text{ y } t > 2,002$$

Gráficamente,



5. Recopilar datos y calcular el estadístico de prueba.

$$n_1 = 30$$

$$n_2 = 30$$

$$\sigma_1 = 1,7207$$

$$\sigma_2 = 1,8659$$

$$\bar{x}_1 = 4,27$$

$$\bar{x}_2 = 11,63$$

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(30 - 1)(1,7207)^2 + (30 - 1)(1,8659)^2}{30 + 30 - 2}}$$

$$S_p = 1,7948$$

Luego,

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$t = \frac{4,27 - 11,63}{(1,7948) \sqrt{\frac{1}{30} + \frac{1}{30}}}$$

$$t = -15,88$$

6. Tomar la decisión estadística. Si el estadístico de prueba queda en la región de aceptación o zona de aceptación, no se rechaza la hipótesis nula. Si el estadístico de prueba queda en la región crítica o de rechazo, se rechaza la hipótesis nula.

Como $t = -15,88$

Cae en la región crítica o de rechazo, por tanto, Si existen diferencias significativas en los resultados del pretest y el postest.

Apéndice D. Carta rectoría Instituto Caldas

Bucaramanga, 18 de marzo del 2025

Doctora

Alejandra Garcés Rangel

Rectora Instituto Caldas - UNAB

Bucaramanga, Santander

Asunto: Solicitud de consentimiento institucional para investigación

Cordial saludo,

Yo, Freddy Leonardo Prada Pérez, identificado con cédula de ciudadanía No. 91530079, expedida en Bucaramanga, Santander, me permito solicitar formalmente el consentimiento institucional del Instituto Caldas - UNAB, con sede en Bucaramanga, para llevar a cabo la investigación correspondiente a mi trabajo de grado en el marco de la Maestría en Educación de Ambientes de Aprendizaje en la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO).

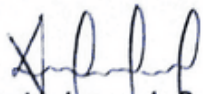
Con este propósito, solicito autorización para:

- Hacer uso de la imagen institucional.
- Acceder a documentos académicos y legales pertinentes.
- Aplicar los instrumentos de recolección de información a la población definida en el proyecto.

Dicho estudio tiene fines exclusivamente académicos y se desarrollará respetando los principios éticos de confidencialidad, privacidad y uso responsable de la información.

Agradezco de antemano su atención y quedo atento a su pronta respuesta.

Atentamente,



Freddy Leonardo Prada Pérez

Docente de Física – Ing. Mecánico



UNIMINUTO CALDAS
Aprobado y autorizado.
Rectora del Instituto Caldas

Apéndice E. Consentimiento informado para la participación en el proyecto de investigación

Bucaramanga, 18 de marzo de 2025

INSTITUTO CALDAS - UNAB

Circunvalar 35 No 92-135 Tejar Moderno, Bucaramanga – Santander

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Estimados Padres de Familia o Representantes Legales

Reciban un cordial saludo. A través de la presente, les solicitamos su autorización para que su hijo(a) participe en el proyecto de investigación titulado **"OndaNova: Objeto Virtual de Aprendizaje para la enseñanza del Movimiento Armónico Simple en física del grado 11° en el Instituto Caldas de Bucaramanga, 2025"**.

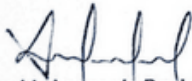
Este estudio tiene como propósito evaluar la efectividad de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) en la enseñanza del Movimiento Armónico Simple en estudiantes de grado 11°. Para ello, se aplicará una prueba a los estudiantes del curso 11A, incluyendo a su hijo(a). La participación en esta evaluación es completamente voluntaria y no afectará de ninguna manera su rendimiento académico ni su calificación en la asignatura de física.

Entendemos la importancia de la privacidad y la confidencialidad de la información obtenida durante la investigación. Por ello, garantizamos que los datos recopilados serán manejados de forma estrictamente confidencial y utilizados únicamente con fines académicos y de investigación.

Les invitamos a revisar detenidamente este documento. En caso de estar de acuerdo con la participación de su hijo(a), les solicitamos que firmen al final y devuelvan el formulario al colegio.

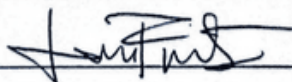
Agradecemos de antemano su apoyo y colaboración en este proyecto.

Atentamente:



Freddy Leonardo Prada Pérez
C.C. 91.530.079 de Bucaramanga
Docente de Física.

Nombre Padre de Familia y/o Acudiente Luis Fernando Espinosa

Firma Padre de Familia y /o Acudiente 

Nombre del estudiante Jeronimo Espinosa

Apéndice F. Registro fotográfico

