

**UCLV**  
Universidad Central  
"Marta Abreu" de Las Villas



**FEM**  
Facultad de  
Educación Media

Departamento  
Ciencias exactas

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**LAS ONDAS MECÁNICAS EN LA FÍSICA  
DE DÉCIMO GRADO**

Autor: César David Guerra Artiles

Tutor. Dr. Yoandra Cárdenas Rodríguez

Santa Clara, Junio, 2019  
Copyright©UCLV

**UCLV**  
Universidad Central  
"Marta Abreu" de Las Villas



**FEM**  
Facultad de  
Educación Media

Academic Department

Exact Sciences

## **DIPLOMA THESIS**

### **THE MECHANICAL WAVES IN THE TENTH GRADE PHYSICS**

Author: César David Guerra Artiles

Thesis Director: Dr. Yoandra Cárdenas Rodríguez

Santa Clara, June, 2019  
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

**Atribución- No Comercial- Compartir Igual**



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

## RESUMEN

La presente investigación está motivada por las dificultades detectadas en cuanto a la resolución de tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas en los alumnos de décimo 5 del IPVCE1: "Ernesto Guevara de la Serna" de Santa Clara, centradas fundamentalmente en el poco dominio de las propiedades de las mismas. El objetivo es proponer tareas que permitan aplicar las propiedades de las ondas mecánicas a problemas vinculados a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado. En el diagnóstico realizado a partir de la aplicación diferentes métodos investigativos (teóricos, empíricos y matemáticos y/o estadísticos) se constata que los alumnos relacionan la asignatura Física con la resolución de tareas desde el punto de vista cuantitativo donde se utilicen ecuaciones y gráficas y no explicar fenómenos relacionados con las propiedades que tengan aplicaciones en otras ciencias, la tecnología, la sociedad y el ambiente. La valoración se realiza, a partir del criterio de evaluadores externos, que consideran la propuesta como necesaria, pertinente, aplicable y en correspondencia con las exigencias actuales de la educación media superior. Además, la propuesta se evalúa mediante una experiencia pedagógica que muestra la efectividad de la misma al obtenerse resultados superiores en cuanto al aprendizaje de las propiedades de las ondas mecánicas.

**Palabras claves:** proceso enseñanza aprendizaje, tareas, ondas mecánicas

## ABSTRACT

The present investigation is motivated by the difficulties detected as for the resolution of tasks on the applications of the mechanical waves in the students of tenth 5 of the IPVCE1: "Ernesto Guevara of the Serna" of Santa Clara centered fundamentally in the little domain of the properties of the same ones. The objective is to propose tasks that allow to apply the properties from the mechanical waves to problems linked to the science, technology and the society from the Physics of tenth grade. In the diagnosis carried out starting from the application different investigative methods (theoretical, empiric and mathematical and/or statistical) it is verified that the students have preferences for tasks directed to solve problems of Physics from the quantitative point of view where equations are used and graphic and not to explain phenomena

related with the properties of the mechanical waves that have applications to the science, technology and the society. The valuation is carried out starting from the approach of external appraisers that you/they consider the proposal as necessary, pertinent, applicable and chord to the current demands of the superior half education. Also, the proposal is evaluated by means of a pedagogic experience that shows the effectiveness from the same one when being obtained superior results as for the learning of the properties of the mechanical waves.

**Key words:** process teaching learning, tasks, mechanical waves

## INDICE

|                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN .....                                                                                                                                                                                                      | 1  |
| DESARROLLO .....                                                                                                                                                                                                        | 5  |
| 1.1 El proceso de enseñanza aprendizaje de las ondas mecánicas desde la Física de décimo grado .....                                                                                                                    | 5  |
| 1.2 La tarea en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ondas mecánicas desde la Física de décimo grado.....                                                                                                         | 6  |
| 1.3 Aplicaciones de las ondas mecánicas.....                                                                                                                                                                            | 9  |
| 1.4 Diagnóstico del estado en que se encuentran los alumnos del décimo 5 del IPVCE1: “Ernesto Guevara de la Serna” en cuanto a la resolución de tareas en el tema ondas mecánicas desde la Física de décimo grado ..... | 10 |
| 1.5 Fundamentación de la propuesta de tareas .....                                                                                                                                                                      | 12 |
| 1.6 Presentación de la propuesta de tareas .....                                                                                                                                                                        | 13 |
| 1.7 Valoración de la propuesta de tareas por los evaluadores externos .....                                                                                                                                             | 24 |
| 1.8 Resultado de la evaluación de la propuesta.....                                                                                                                                                                     | 25 |
| CONCLUSIONES.....                                                                                                                                                                                                       | 29 |
| RECOMENDACIONES .....                                                                                                                                                                                                   | 30 |

## INTRODUCCIÓN

Los fenómenos que están presentes en la naturaleza, y que la Física durante años trata de esclarecer, resultan ser muy complejos. Uno de estos fenómenos está relacionado con las ondas mecánicas y sus aplicaciones, temática que forma parte del contenido de la asignatura Física de décimo grado.

Esta asignatura para este nivel está dirigida a lograr en los alumnos la apropiación de un sistema de conocimientos, habilidades y valores, relacionadas directamente con esta disciplina científica que, por formar parte de la cultura contemporánea, contribuye a la formación de una visión científica del mundo, al desarrollo de sus capacidades intelectuales y prácticas y erigir, sobre una base firme, su ulterior formación profesional, laboral e inserción en todas las esferas de la vida como ser social.

Lo anteriormente expresado se concreta si se tiene en cuenta un proceso de enseñanza aprendizaje donde los alumnos revelen lo expresado anteriormente y en particular lo relacionado con la aplicación de los fenómenos ondulatorios a la ciencia, la tecnología y la sociedad.

De la experiencia del autor, durante la práctica pedagógica en la asignatura Física, se observa que en las diferentes evaluaciones realizadas, así como en las clases visitadas, en el Instituto Preuniversitario Vocacional de Ciencias Exactas “Comandante Ernesto Guevara de la Serna” (IPVCE1) son insuficientes las tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas y aquellas que están dirigidas a la aplicación de los contenidos adquiridos donde prime las valoraciones cualitativas de los fenómenos físicos a las relaciones Ciencia Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). Al tabular los errores que se cometen, los profesores de esta asignatura comprueban que son más comunes en aquellas preguntas que implican la explicación de algún fenómeno.

La aplicación de diferentes métodos de investigación como la observación, la entrevista, la encuesta, así como la estadística descriptiva, permite asegurar que los alumnos interpretan la asignatura Física con la resolución de tareas o problemas desde el punto de vista cuantitativo donde se utilicen ecuaciones y gráficas y no explicar fenómenos relacionados con las propiedades que tengan aplicaciones CTSA.

La situación problémica descrita anteriormente permite definir el siguiente **problema científico**:

¿Cómo contribuir a la resolución de tareas cualitativas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas en décimo grado?

**Objeto de estudio:**

La resolución de tareas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en décimo grado.

De las reflexiones en torno al problema se precisa el siguiente **objetivo general**:

Proponer tareas que permitan aplicar las propiedades de las ondas mecánicas a problemas vinculados a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado.

En el proceso investigativo emprendido se tienen en cuenta las siguientes **interrogantes científicas**:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos metodológicos esenciales que sustentan la resolución de tareas sobre aplicaciones de las ondas mecánicas desde la Física de décimo grado?
2. ¿Cuál es el estado actual de los alumnos del décimo 5 del IPVCE1: “Ernesto Guevara de la Serna” en cuanto a la resolución de tareas sobre aplicaciones de las ondas mecánicas desde la Física de décimo grado?
3. ¿Qué tareas elaborar sobre aplicaciones de las ondas mecánicas desde la Física de décimo grado?
4. ¿Cómo valoran los evaluadores externos la propuesta de tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas?
5. ¿Qué resultados se obtienen al evaluar la propuesta de tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas?

**Tareas científicas**

1. Determinación de los fundamentos teóricos metodológicos esenciales que sustentan la resolución de tareas sobre aplicaciones de las ondas mecánicas desde la Física de décimo grado.

2. Diagnóstico del estado en que se encuentran los alumnos del décimo 5 del IPVCE1: “Ernesto Guevara de la Serna” en cuanto a la resolución de tareas en el tema ondas mecánicas desde la Física de décimo grado.
3. Elaboración de tareas sobre aplicaciones de las ondas mecánicas desde la Física de décimo grado.
4. Valoración por los evaluadores externos de la propuesta de tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas.
5. Evaluación de la propuesta de tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas.

Los métodos empleados para llevar a cabo el proceso investigativo son los siguientes:

#### **Del nivel teórico**

**Histórico-lógico:** se utiliza durante todo el proceso investigativo para la determinación de los fundamentos teóricos metodológicos que permite el análisis crítico de la información recopilada de la resolución de tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas.

**Inductivo-deductivo:** se utiliza durante todo el proceso investigativo para realizar inferencias y deducciones sobre los fundamentos teóricos y metodológicos de la resolución de tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas y llegar a conclusiones sobre las tareas planteadas.

**Analítico-sintético:** se utiliza durante todo el proceso investigativo para analizar el comportamiento de las tareas sobre ondas mecánicas lo que permite profundizar en la fundamentación teórica del tema y determinar las dificultades existentes y su propuesta de solución.

#### **Del nivel empírico**

**Análisis de documentos:** se utiliza en la determinación de los fundamentos teóricos metodológicos y la elaboración de la propuesta a partir de la revisión de documentos como planes de clases, dosificaciones del décimo grado, programa, planeamientos, libretas de los alumnos y orientaciones metodológicas.

**Observación:** se utiliza para obtener información sobre la utilización de tareas sobre las ondas mecánicas.

**Encuestas:** se utiliza para conocer el criterio de los alumnos sobre la resolución de tareas en Física.

**Entrevista:** se utiliza con el propósito de reunir información de los profesores del grado sobre la resolución de tareas y las aplicaciones de las ondas mecánicas.

**Criterio de evaluadores externos:** se utiliza para valorar la calidad y pertinencia de la propuesta de tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas.

### **Del nivel matemático y/o estadístico**

**Análisis porcentual:** se utiliza en el procesamiento de la información contenida en las cifras que se obtienen por medio de la encuesta, entrevista y observación.

**Estadística descriptiva:** se utiliza cuando se realizan gráficos de barras y las tablas para cuantificar los resultados.

### **Población y muestra**

La población y la muestra coinciden y está constituida por 34 alumnos del décimo 5 del IPVCE1: “Ernesto Guevara de la Serna”. La selección de la misma es intencional y no probabilística ya que es el grupo con que trabaja el autor.

**Novedad:** Esta dada por la propuesta de tareas que permiten aplicar las propiedades de las ondas mecánicas a problemas vinculados a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado.

El **aporte práctico:** Está dado por 10 tareas y su solución sobre las propiedades de las ondas mecánicas a problemas vinculados a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente para utilizarlos en el sistema de tareas relativo a esta temática desde la Física de décimo grado.

El trabajo de diploma se estructura en introducción, desarrollo, conclusiones, bibliografía y anexos.

## **DESARROLLO**

### **1.1 El proceso de enseñanza aprendizaje de las ondas mecánicas desde la Física de décimo grado**

Como una exigencia del proceso enseñanza-aprendizaje, existe el imperativo de tomar en cuenta los avances científicos y tecnológicos que suceden cada vez con mayor rapidez con un impacto notable en la sociedad y, por ende, en la educación para situar a los alumnos en el contexto del desarrollo vertiginoso que se produce.

Esta exigencia plantea la urgente necesidad de profundas transformaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias y como parte de ellas la Física. Resulta imprescindible que en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física como asignatura se potencie la apropiación del conocimiento físico a partir de comprender la realidad que los rodea, ejemplo de esto es; la explicación, comprensión y la aplicación de los fenómenos naturales.

La asignatura Física en el nivel medio superior tiene como objetivo fundamental contribuir a la eficaz inserción del egresado en la sociedad contemporánea y a orientar su formación vocacional. En esta signatura se estudian los fenómenos físicos que ocurren en la naturaleza, lo que brinda una concepción científica del mundo fundamentado en la teoría del conocimiento dialéctico materialista.

En este sentido es esencial que los alumnos interioricen el sistema de conocimientos contemplados en el programa con un enfoque interdisciplinario que permita la comprensión de la dialéctica de la naturaleza, comprendida en el objeto de estudio de la Física y sus relaciones con otras ramas del saber, en particular las relaciones Ciencia Tecnología Sociedad Ambiente (CTSA).

Fundamentalmente en el décimo grado, esta asignatura está dedicada al estudio del movimiento mecánico, como un cambio fundamental en el universo. Una de las unidades temáticas está directamente relacionada con las ondas mecánicas. Esta es la última unidad de estudio en el décimo grado. El concepto de onda es el centro de estructura de la unidad.

Para revelar el dominio que poseen los alumnos sobre este tema hay que recordar los contenidos recibidos en las unidades: oscilaciones, ondas y sonido de noveno grado, donde de manera preliminar se estudian los conceptos de período, frecuencia, longitud de onda, velocidad de propagación y elongación. También en este nivel se estudia la ecuación de las ondas. A partir de estos elementos se deben desarrollar tareas, para que los alumnos revelen el contenido que poseen sobre el tema.

De igual manera se debe analizar la importancia del estudio de la unidad, así como la aplicación del movimiento ondulatorio y sus propiedades a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente. Es por ello que en este grado se mantienen como línea el tratamiento y profundización de los nuevos contenidos a partir de la solución de tareas.

Una de las vías para que los alumnos puedan profundizar en las aplicaciones de las ondas mecánicas es partir de la resolución de tareas.

## **1.2 La tarea en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ondas mecánicas desde la Física de décimo grado**

El proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Física en el preuniversitario está estructurado en diferentes unidades temáticas. Cada unidad del programa constituye un sistema formado por el sistema de clases y en las clases se utilizan tareas.

Al realizar una búsqueda bibliográfica encontramos investigadores como: Klingberg (1978); Davidov (1987); Bugaev (1989); Leiva (2002); Caballero (2017); Fleites (2018) que han trabajado con la tarea.

Klingberg (1978) en su libro “Introducción a la didáctica general” adopta la definición de. Tomaschewski...” el ejercicio de aprendizaje se define como una exhortación, al alumno, para lograr mediante una sucesión de acciones conscientemente ordenados, un objetivo de aprendizaje, como resultado preconcebido del mismo como referencia a una materia “Klingberg, L. (1978, p. 190)

Davidov que plantea que la tarea, con cuyo planteamiento comienza a desarrollarse la actividad docente, está encaminada a que el alumno analice

las condiciones del origen de los conceptos teóricos, y domine los procedimientos generalizados correspondientes de las acciones hacia algunas relaciones generales de la esfera objetal que se asimila. Lompscher, A. (1987)

Bugaev (1989) plantea que “la tarea de Física en la práctica docente se denomina a un problema pequeño que se resuelve con la ayuda de las deducciones lógicas, acciones matemáticas, y el experimento, sobre la base de las leyes y los métodos de la física” Bugaev (1989, p.132)

Leyva (2002), tomando como base la definición de Leontiev (1978) define la tarea como la unidad contradictoria del objetivo y las condiciones, dado el primero en presencia de las segundas y determinando la estructura del enunciado: condiciones y exigencias. Leyva (2002, p.47)

Caballero, G “... una exhortación que se realiza al estudiante, para lograr mediante una sucesión de acciones conscientemente ordenadas, un objetivo de aprendizaje, como resultado preconcebido del mismo con referencia a una materia” Caballero, G (2017, p.1)

En esta investigación se asumen algunos rasgos de los autores anteriores en el momento de trabajar con el término tarea, al plantear que es una exhortación al alumno, para lograr mediante la realización de acciones u operaciones, un objetivo de aprendizaje.

Según Álvarez (1999) el proceso de enseñanza aprendizaje, tiene tres funciones fundamentales, que responden a cada una de las tres dimensiones del proceso de enseñanza aprendizaje. Las tareas que se proponen en esta investigación cumplen con estas funciones las cuales son:

1. Función instructiva.
2. Función desarrolladora.
3. Función educativa.

La función instructiva está determinada porque se utilizan como vía o medio para la adquisición, consolidación de sistemas de conocimientos físicos, la formación de hábitos y de habilidades.

En las tareas se disponen de situaciones donde se dan de manera simultánea fenómenos y procesos ligados con la vida misma y lo cual indiscutiblemente enseña e instruye al alumno.

La solución de las tareas permite desarrollar de manera especial las relaciones Ciencia, Tecnología Sociedad y Ambiente.

La función desarrolladora está encaminada al desarrollo intelectual de los alumnos, a la formación de formas de trabajo y de pensamiento que son válidos para el aprendizaje sin necesidad de una instrucción complementaria.

Por otro lado, la función educativa está dirigida a la formación de cualidades de la conducta y de la personalidad del alumno, así como, al desarrollo de un conocimiento científico del mundo, a una posición activa y crítica ante fenómenos y hechos naturales. También contribuye a la formación positiva hacia el trabajo.

Se comparte el criterio de H. Rivero (2002) plantear que toda tarea tiene una estructura específica dada por las características físicas y la forma que se relacionan estas con el lenguaje ordinario y también las tareas (los problemas) tienen una estructura general:

1. Un contenido objetivo (Física-medio-situaciones ordinarias o científicas)
2. Condiciones (información que se brinda al estudiante, los datos del problema). Pueden ser explícitos o implícitos.
3. Condiciones derivadas o intermedias que el estudiante debe buscar y precisar
4. Exigencia, fin, objetivo a lograr. Puede darse como indicación, como orden en forma de pregunta (como habilidad específica o intelectual también suelen emplearse en las tareas de Física. Puede ser condicional

De esta manera la tarea se nos presenta como el nivel que permite aplicar la Física, en particular las ondas mecánicas, con los distintos fenómenos que ocurren en la vida cotidiana y sus aplicaciones en la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.

### 1.3 Aplicaciones de las ondas mecánicas.

Para la solución de este tipo de tareas es necesario que se tengan en cuenta las aplicaciones de las ondas mecánicas a partir de las propiedades que se estudian en este nivel, las que incluyen la reflexión, refracción, difracción e interferencia de las ondas.

Desde la antigüedad las ondas han sido uno de los fenómenos más estudiados, ya que el sonido, los sismos, las ondas de agua y la luz, son ejemplos de los diferentes tipos de ondas.

Es necesario que los alumnos recuerden que una onda mecánica es la propagación en el tiempo de una oscilación mecánica. La característica fundamental de las ondas mecánicas es que necesitan un medio sustancial para propagarse, a diferencia de otras ondas como las electromagnéticas. Entre las magnitudes que las caracterizan se encuentran la frecuencia (o período), la amplitud y su velocidad de propagación.

Es importante dominar los contenidos del tema de ondas mecánicas ya que existen muchas aplicaciones, entre las que se pueden destacar las siguientes:

- El sonar: (del inglés SONAR, acrónimo de Sound Navigation And Ranging) El término se usa también para aludir al equipo empleado para generar y recibir el sonido de frecuencias que van desde las ultrasónicas a las extrasónicas (entre 20 Hz y 20 000 Hz), la capacidad del oído humano.
- Sound Navigation and Ranging: ('navegación y alcance por sonido') es una técnica que usa la propagación del sonido bajo el agua para navegar, comunicarse y detectar otros buques o bancos de pesca, utilizando la reflexión de la onda de forma similar a la que ocurre con el eco.
- Ecografías: El eco de un infrasonido es interpretado por un ordenador para generar imágenes en medicina. En una ecografía el aparato denominado ecógrafo, envía los ultrasonidos a la parte del cuerpo que queremos estudiar. Estos ultrasonidos se desplazan a distinta velocidad en función de la densidad de los tejidos; recogiendo el eco de estos ultrasonidos se transforma la señal recibida en una imagen.
- Litotricia; es el nombre técnico del tratamiento utilizado para romper cálculos renales y biliares mediante la energía de los rayos x o de ultrasonidos la

onda emitida que viaja hacia la zona focalizada donde se encuentra el cálculo, la densidad del flujo de energía se incrementa hasta llegar a su máximo valor y el cambio de la presión que se ejerce en la piedra posibilita que ésta se fraccione, de esta forma el cálculo que allí se encuentra.

- Otros usos médicos; como la desinfección de material quirúrgico, tratamiento local del dolor muscular o limpiezas dentales.
- Medida de distancias; en procesos industriales en los que se precisa una tolerancia muy baja con las irregularidades.
- Medida de velocidades; como en los aparatos que se utilizan en los estadios de pelota para medir la velocidad a la que realizan los lanzamientos los pícheres.
- En el mundo animal; los murciélagos utilizan los ultrasonidos como un sonar para volar en la oscuridad y otros animales como los delfines se comunican mediante ultrasonidos. Las ballenas y algunas aves utilizan infrasonidos al comunicarse.
- Las ondas intervienen en el funcionamiento de buena parte del armamento militar moderno, por ejemplo, al destruir ciertos objetivos por medio de la onda de choque generada en las explosiones.

Los fundamentos teóricos expresados en el presente capítulo constituyen el punto de partida para proponer las tareas que posibilite la aplicación de las propiedades de las ondas mecánicas a la ciencia, la tecnología y la sociedad.

#### **1.4 Diagnóstico del estado en que se encuentran los alumnos del décimo 5 del IPVCE1: “Ernesto Guevara de la Serna” en cuanto a la resolución de tareas en el tema ondas mecánicas desde la Física de décimo grado**

Para determinar el estado actual en que se encuentran los alumnos del décimo 5, se emplean métodos tales como: el análisis de documentos, la observación y la encuesta a profesores y alumnos.

- Resultado del análisis de documentos.

Se revisan los siguientes documentos: el programa de la asignatura, las orientaciones metodológicas, los planes de clases y el sistema de tareas del libro de texto de Física del décimo grado (Anexo 1)

En el programa de la asignatura Física en el décimo grado declara en los objetivos generales y específicos la necesidad de resolver tareas dirigidas a vincular los fenómenos físicos a las relaciones CTSA.

En las orientaciones metodológicas se explicita la idea de la contextualización de los contenidos sobre los fenómenos ondulatorios a las relaciones CTSA.

En los planes de clases de los profesores que imparten la asignatura se observa la utilización de tareas cuantitativas y no son suficientes las tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas a la Ciencia, Tecnología Sociedad y el Ambiente (CTSA).

En el libro de texto de Física del 10mo grado se proponen al inicio y final del capítulo un conjunto de 26 tareas sobre ondas mecánicas dirigido a la ejercitación de los diferentes contenidos. Se puede apreciar son insuficientes las tareas que piden la explicación cualitativa de fenómenos ondulatorios a las relaciones CTSA, predominan las tareas cuantitativas relacionadas con el cálculo, para aplicar las ecuaciones o representar gráficamente un fenómeno.

Resulta importante destacar que la bibliografía existente sobre el tema en el centro no es amplia, pues solo se propone solamente el libro de texto para este nivel.

Resultado de la observación.

En la observación a clases (Anexo 2), se pudo comprobar que mayormente se resuelven tareas aplicando ecuaciones y gráficos, aunque en ocasiones se concluye la clase mediante una pregunta teórica. Los profesores imparten el contenido con rigor, pero son insuficientes las aplicaciones de los contenidos abordados. Los alumnos ejecutan de manera inmediata aquellas tareas que implican cálculo y presentan más dificultades en las que exigen explicar fenómenos físicos aplicados a la Ciencia, Tecnología Sociedad y el Ambiente (CTSA).

- Resultado de la entrevista a profesores.

La entrevista a profesores se realiza a siete profesores que imparten la asignatura Física en el décimo grado. El 100% de los profesores entrevistados (Anexo 3), coinciden que el libro de texto para este nivel es academicista, que predominan las tareas cuantitativas relacionadas con el cálculo, para aplicar

las ecuaciones o representar gráficamente un fenómeno. Plantean además que las pruebas que se les realizan a los alumnos no los preparan para la vida.

Los profesores de mayor experiencia, que representan el 42,8%, trabajan en sus clases atendiendo a las relaciones CTSA a partir de la explicación de un fenómeno. Les resulta difícil buscar información, encontrar textos con este enfoque, hallar el tiempo para su preparación y para la elaboración de las tareas.

- Resultado de encuesta a alumnos.

La encuesta se realiza a 34 alumnos (Anexo 4). Como resultado de la misma se obtienen los resultados siguientes: relacionado con las tareas resueltas en las clases, el 100% plantea que están dirigidas a resolver estas de tipo cuantitativas relacionadas con aplicar las ecuaciones estudiadas y donde se aplica el cálculo. El 35% reconoce en ellas la explicación cualitativa de fenómenos ondulatorios, el 30% a relacionar estos fenómenos físicos con las relaciones CTSA.

Derivado del análisis de los resultados de los métodos aplicados en el diagnóstico realizado puede concluirse que los mismos constatan, una vez más, las dificultades existentes en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Física en el 10mo grado para resolver tareas sobre las aplicaciones de las ondas mecánicas por lo que se aprecia la necesidad de intencionarlo a través de las clases.

### **1.5 Fundamentación de la propuesta de tareas**

La elaboración de la propuesta de tareas se sustenta en los fundamentos filosóficos, psicológicos, sociológicos y pedagógicos.

Desde el punto de vista filosófico, la propuesta se sustenta en la concepción materialista dialéctica. Su concepción gnoseológica es importante para el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Física porque se asume que la realidad es objetiva, cognoscible y existe fuera e independientemente del hombre, por lo que la fuente del conocimiento reside en la realidad de la que él forma parte.

Desde el punto psicológico la propuesta se sustenta en la Teoría Histórico Cultural representada por L. S Vigotsky y sus seguidores. En consecuencia, con esta teoría, en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Física se pretende el desarrollo pleno de la personalidad de los alumnos, lo que requiere que durante las actividades y la comunicación que se desarrollan en la clase, se logre la unidad de lo afectivo y lo cognitivo a partir de lograr la motivación y la implicación en el tema de estudio. Para ello es significativo que como parte del contenido se atienda especialmente la importancia del mismo para la ciencia, la técnica, la sociedad y el ambiente.

Desde el punto de vista sociológico se sustentan al asumir uno de sus postulados: la educación como fenómeno social basado en la relación que se establece entre el profesor y los alumnos sobre la base de los problemas presentados en la resolución de las tareas propuestas, así como la búsqueda de soluciones a los mismos.

### **1.6 Presentación de la propuesta de tareas**

Las tareas que se presentan como parte de la propuesta se han conformado teniendo en cuenta que las mismas respondan a los objetivos e indicaciones metodológicas dictadas para el tratamiento del contenido de enseñanza que este afronta, y a su vez existe una total correspondencia entre lo que se propone, así como los objetivos y contenidos específicos de las tareas. Además, estas tareas están dirigidas fundamentalmente a las aplicaciones de las ondas mecánicas para este nivel.

Estas tareas no solo se incluyen en las clases, también como parte del trabajo independiente para que el alumno analice y reflexione sobre las tareas a realizar y no la ejecución mecánica de las mismas. Estas incluyen diferentes niveles de dificultad y suficiente variedad de situaciones que son comprensibles para el alumno, lo que no excluye por supuesto la necesaria orientación del profesor.

Para la solución de estas tareas se tuvo en cuenta lo propuesto por algunos autores como Bugaev (1987); Sifredo y Gil (1996), Rivero (2003) entre otros.

Bugaev (1987) refiere la importancia, tipología, métodos o procedimientos de solución, posibles vías para enseñar a solucionar tareas. En ese aspecto coincide Sifredo (1996) y agrega el empleo del sistema de tareas, como elemento rector para organizar el trabajo con éstas y su solución.

También este último autor introduce el denominado "método de los 4 pasos" al retomar las etapas de la solución de un problema según G. Polya y trata de contextualizarlas en el espacio de la Física como asignatura.

Gil, 1996 realiza una proposición mucho más novedosa para la resolución de problemas (tareas) de Física, centra su propuesta en la solución de problemas por investigación, en la que utiliza los denominados problemas sin datos (o de enunciado abierto). De esta forma al no existir valores numéricos el estudiante no tiende a la ejecución o a lo que él denomina el "operativismo ciego". Precisa, entonces, un sistema de "indicaciones genéricas" para acometer el proceso de solución. Tales indicaciones facilitarían didácticamente la explicación del profesor y el accionar de los alumnos para solucionar problemas con esta variante. (D. Gil 1996)

Rivero (2003) en su tesis de doctorado propone para resolver tareas de Física la macroestructura de solución que incluye el sistema de pasos para solucionar las mismas independiente a su tipología.

En esta investigación por la importancia que requiere la solución de tareas de física asumimos el método de los 4 pasos propuesto por Sifredo pero incluimos algunos elementos de la macroestructura propuesta por Rivero y lo adaptamos a la solución de tareas cualitativas de física.

Primer paso: Comprensión del problema que consiste en describir el problema verbalmente y con la ayuda de gráficos, esquemas o bocetos. Aquí se incluye la valoración y el análisis del enunciado. La valoración se realiza ya que dada una tarea de Física lo primero que se debe realizar es una valoración de la misma que permita inferir su importancia, su utilidad y su belleza. Esta importancia no sólo se refiere a la aplicabilidad con la vida diaria o a los impactos CTSA de la tarea, sino que debe considerarse por los profesores y alumnos su incidencia en la concepción científica del mundo y la trascendencia para la apropiación del contenido físico.

El análisis del enunciado está referido a la determinación con claridad de lo dado y lo que se pide, pero más que eso, está dirigido a revelar la estructura específica de la tarea. En este paso se emplean los procedimientos de análisis que de forma directa conducen a la solución o al menos la propician. En el caso de la Física también se denominarán procedimientos de análisis Labarrere (1987) pero a diferencia de las Matemáticas el empleo de tales herramientas, está dirigido a esclarecer y precisar la estructura interna de la tarea y conducir al sistema de métodos que proporcionan la solución o el camino a seguir, entre los cuales los métodos físicos, son fundamentales, pues plasman la esencia de la Física como asignatura.

Los procedimientos de análisis que se proponen son: análisis- semántico (o lectura analítica), esquema conceptual-instrumental de la tarea, modelación, empleo de subproblemas auxiliares y reformulación. El procedimiento denominado esquema conceptual-instrumental de la tarea es nuevo, es decir, no se incluye en la bibliografía que aborda el tema en diferentes ámbitos.

Segundo paso. Es el llamado análisis de la solución y consiste en encontrar un camino para resolver el problema y plantear el correspondiente plan de acción. Rivero propone determinación de la vía de solución.

Aquí se proponen en este paso un sistema de métodos encabezado por los métodos físicos: método dinámico, método conservativo y método estadístico, un subsistema de métodos matemáticos que se especifican: en el método función-gráfico y método de la variable común, un subsistema de métodos lógicos como conductor de los restantes métodos, tipificados a través de: método analógico, método algorítmico, método analítico-sintético y la combinación armónica de éstos para solucionar una tarea concreta, el método experimental y el método de solución por investigación y por último, la combinación creadora de estos métodos permitiría la denominación de métodos personales o personalizados donde el sujeto resolvente ajusta la tarea a sus posibilidades cognitivo-instrumentales y a las peculiaridades de cómo los interioriza y los concientiza.

Tercer paso: Se denomina solución del problema y consiste en poner en ejecución la línea de razonamiento antes estructurada. Según Rivero es

ejecución de la vía de solución. En éste se desarrolla todo el proceso de solución expresando la respuesta de forma literal.

Cuarto paso. Es el llamado comprobación de la solución y según Rivero es la valoración y control del proceso y del resultado. En nuestra investigación valoramos la respuesta a partir de su significación e importancia.

Propuesta de las tareas:

1. Una persona se encuentra en la calle y oye cómo se aproxima una ambulancia que hace sonar la sirena. Explica por qué la sirena de la ambulancia tiene un tono alto cuando se acerca y un tono bajo cuando se aleja.

a) ¿Qué fenómeno físico se pone de manifiesto?

b) Mencione algunas de las aplicaciones de este fenómeno para la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente.

Respuesta

La sirena de una ambulancia tiene un tono alto cuando se acerca y un tono bajo cuando se aleja porque se produce una variación de la frecuencia de las ondas registradas por un receptor como consecuencia del movimiento relativo entre la fuente y el receptor.

La fuente en este caso sería la sirena de la ambulancia y el receptor la persona que se encuentra en la calle.

a) El fenómeno físico se pone de manifiesto es el efecto Doppler.

b) Algunas de las aplicaciones son en la cardiología se utiliza el eco Doppler y en la pelota se utiliza en los dispositivos para medir la velocidad de los lanzamientos del picher.

2. La litotricia extracorpórea por onda de choque se usan para desintegrar cálculos renales y biliares sin cirugía invasiva. Explique en qué consiste este procedimiento.

Respuesta

Una onda de choque producida fuera del cuerpo se enfoca con un reflector o una lente acústica, de modo que la mayor parte posible de la onda converja en

el cálculo. Cuando los esfuerzos resultantes en el cálculo exceden la resistencia de este a la tensión, el cálculo se deshace formando partículas pequeñas que pueden eliminarse. Esta técnica requiere una determinación exacta de la ubicación del cálculo, lo cual se logra con técnicas de visualización por ultrasonido.

3. Explique por qué durante la noche podemos escuchar el sonido con un mayor alcance.

Respuesta

En un día soleado, las capas de aire próximas a la superficie terrestre están a mayor temperatura que las capas más altas, y, por lo tanto, la rapidez del sonido aumenta con la temperatura porque las moléculas oscilan más rápidamente y transmiten al entorno la perturbación, por ello en las capas bajas la rapidez es mayor que en las altas.

Caso contrario sucede en las noches, donde el aire próximo a la tierra se enfría más rápidamente que el de las capas inmediatamente superiores. De este modo, el sonido emitido desde el suelo se curva hacia abajo en las capas frías más altas. Por ello en la noche podemos escuchar con un mayor alcance.

4. Una característica a tener en cuenta en las condiciones acústica de un local es la reverberación. Explique en qué consiste este fenómeno y cómo podría modificarse.

Respuesta

La reverberación es la prolongación del sonido una vez que se ha extinguido la fuente sonora. Se produce por las múltiples ondas reflejadas que continúan llegando al oído. Si las paredes fueran reflectores perfectos, el proceso sería de duración infinita, afortunadamente, en las paredes se absorbe sonido y el proceso tiene una duración limitada. Para que se produzca reverberaciones es necesario que la distancia sea menor a la necesaria para el eco.

Para conseguir modificar este fenómeno es necesario revestir las paredes con materiales porosos, cuanto más poroso es un material, más absorbente será y, por lo tanto, reflejará menos el sonido. Ejemplo de estos materiales es el corcho.

En el caso del oído humano, para que sea percibido es necesario que el eco supere la persistencia acústica, en caso contrario el cerebro interpreta el sonido emitido y el reflejado como un mismo sonido.

El mínimo retardo necesario entre ambos sonidos varía desde alrededor de 100 ms para sonidos secos hasta varios segundos para sonidos complejos, como la música. Si el sonido ha sido deformado hasta hacerse irreconocible, se denomina reverberación en vez de eco.

Algunos animales (como delfines y murciélagos) han usado el sonido para la detección de objetos desde hace millones de años, denominado “ecolocalización”.

El eco es un fenómeno acústico producido cuando una onda se refleja y regresa hacia su emisor.

5. Las olas también son ondas mecánicas ya que necesitan de un medio material para propagarse como son las aguas de los mares, océanos, ríos, lagos, canales, etc.

- a) Explique cómo se producen las olas.
- b) Cuándo es posible detectar las olas.
- c) En qué consiste el fenómeno denominado “Mar de Fondo”

Respuesta

Las olas se producen cuando el viento incide en la superficie del agua. Esta perturbación se traslada a todas las partículas de esa zona de forma que realizan un movimiento circular. Este movimiento se propaga como una onda por el agua.

Cuando este movimiento circular no puede propagarse debido a que el suelo de la playa se lo impide, la ola rompe y es cuando somos capaces de detectarla. Las partículas de la cresta, parte más alta de la ola, avanzan más deprisa que las del fondo porque son retenidas por el suelo. Esto hace que la ola se desplome. Entonces, la energía que transporta el agua, actúa sobre el fondo produciendo un socavón y transportando los sedimentos hacia otras zonas.

También es preciso tener en cuenta algunos fenómenos como el mar de fondo es el movimiento de las olas (también llamado oleaje o sistema de olas) que se propaga fuera de la zona donde se ha generado, pudiendo llegar a lugares muy alejados. También recibe el nombre de mar tendida o mar de leva. Por tanto, este estado del mar no tiene relación alguna con el viento presente, aunque su causa es el viento que se haya originado en otra área distinta.

6. El 10 de agosto de 2017, Associated Press reportó una serie de enfermedades aparentemente relacionadas que sufrieron diplomáticos estadounidenses y canadienses de misión en Cuba. El informe incluyó lo que luego pareció ser una especulación por parte de innombrados funcionarios del gobierno de Estados Unidos de que alguna forma de arma sonora hasta ahora desconocida era la culpable. Esta noticia provocó una justificación para romper las relaciones diplomáticas con nuestro país.

- a) Argumente físicamente el planteamiento anterior.
- b) ¿Qué efectos produce en los seres humanos la utilización de armas sónicas?’

Respuesta

- a) Estos planteamientos son falsos y se justifica a partir de los elementos siguientes:

Primeramente, es necesario aclarar dos variables relacionadas con el sonido para entender lo que sigue. Estas incluyen la frecuencia del ruido —definida por el número de ondas por unidad de tiempo— y también su potencia —determinada por la cantidad de energía que cada onda lleva. El primero se informa en Hz o kHz, con el infrasonido, que incluye ruido, por debajo de 20 Hz, y el ultrasonido que abarca el ruido por encima de 20 kHz (2 000 Hz). (Este último se indica en decibelios o dB).

A continuación, detallamos la investigación principal acerca de los síntomas primarios mencionados en el reporte de los “ataques [cubanos] a la salud”, encontrando que: a) la evidencia es bastante débil tanto para el ultrasonido como para el infrasonido como causa de la mayoría de los síntomas enumerados; y b) ninguno de los síntomas puede ser descrito enteramente solo a causa de infrasonido o solo a causa de ultrasonido.

## Pérdida de la audición

- Mal explicado que la causa sea el infrasonido
- No se explica que la causa sea el ultrasonido

La fuente más citada en los informes de noticias que sugiere que el infrasonido puede causar pérdida auditiva es una reseña realizada por los NIH (Institutos Nacionales de Salud) en 2001, en la que se declaraba (de manera calificada) que la investigación, aunque escasa, muestra que “se ha encontrado daño físico al oído o alguna pérdida de audición en seres humanos y / o animales en niveles por encima de 140 dB”. El nivel de 140 dB no es una omisión menor de detalle, ya que en esencia es imposible proyectar encubiertamente a cualquier distancia ondas infrasónicas de 140 dB. Los estudios reales revisados en este documento del NIH generalmente sugieren lo contrario: el ruido de baja frecuencia y alta potencia no causa pérdida auditiva, temporal o de otro tipo, si está por debajo de la energía considerablemente alta de 150 dB.

El ruido ultrasónico es ampliamente considerado como irrelevante para la pérdida de la audición.

Otro estudio realizado en 2001 por Jürgen Altmann, especialista en armas acústicas y físico en la Technische Universität de Dortmund en Alemania, que investigó la mayor parte de la literatura hasta ese momento, concluyó que en el ultrasonido “el oído queda esencialmente intacto” si los niveles son inferiores a 140 dB.

## Dolores de cabeza, oídos, vértigo y náuseas

- No se explican por el infrasonido
- Evidencia no concluyente con respecto al ultrasonido

Basado en las reseñas realizadas por los NIH y por Altmann, no hay consenso científico acerca de la fatiga, dolores de cabeza, zumbidos en los oídos o vértigo en relación al ruido infrasónico. El único síntoma discutido en esta categoría como un posible resultado del ruido infrasónico es la náusea. Según NIH:

No hay consenso acerca de la actividad biológica del infrasonido. Los efectos reportados incluyen [...] náuseas, vómitos y espasmos intestinales.

Altmann (y muchos otros) argumentaron que los síntomas gastrointestinales, como las náuseas y los espasmos intestinales en particular, aunque frecuentemente reportados en la prensa, han sido exagerados y no pueden ser vinculados al sonido infrasónico:

Los efectos de vértigo y náuseas en los artículos periodísticos atribuidos a los infrasonidos intensos no pueden ser confirmados. Por otra parte, las frecuencias bajas (pero audibles) de 50-100 Hz a 150-155 dB causaron náuseas leves.

b) Entre los efectos produce en los seres humanos la utilización de armas sónicas se encuentran:

- Pérdida de la audición
- Náusea, vértigo, dolores de cabeza, ruido en los oídos
- Problemas de concentración y memoria
- Inflamación del cerebro o “daño al sistema nervioso central”
- “Una enfermedad más grave que implicó un trastorno de la sangre”

7. Los delfines emiten silbidos de distintas frecuencias para alertar del peligro a sus semejantes. Explique este fenómeno desde el punto de vista físico y fisiológico.

Respuesta

Para la localización los delfines emiten ultrasonidos (hasta 200 kHz), por cuyas reflexiones se orientan bajo el agua o encuentran sus presa<sup>s</sup>. Al emitir y recibir las señales en una estrecha banda de frecuencias, casi en una nota, los delfines, cual una radio eliminan todas las señales que podrían interferirlos al "palpar" el medio circundante.

Pero así actúan solo cuando están localizando. Para comunicarse los delfines utilizan largos y suaves silbidos, que emiten simultáneamente a todos lados en un diapasón de frecuencias desde decenas hasta 18 000 Hz ¿por qué?

Sucede que, independientemente de las reflexiones bajo el agua, las interferencias no pueden eliminar la señal que tiene frecuencias variables, lo que podría ocurrir para señales de una sola frecuencia (interferencia destructiva). En ese caso no llegaría la información necesaria, por ejemplo, una alerta de peligro o la ubicación del alimento, al resto de sus congéneres. La señal de frecuencia variable se oye perfectamente bien aun cuando su potencia es baja y no puede interferirse completamente.

De esta forma, se ha comprobado que el sistema de comunicación de los delfines es muy efectivo y seguro.

El órgano sonoro de los delfines- al mismo tiempo de ecolocalización- se encuentra en el orificio nasal, y con él están conectados tres pares de sacos de aire que poseen su propio sistema de músculos. Con ayuda de este órgano emisor-receptor los delfines no solo cazan, sino que también se comunican entre sí.

8. Algunos cazadores utilizan un equipo de alta precisión para medir la distancia a la que se encuentra la presa y lograr su objetivo. Este dispositivo es el telémetro ultrasónico. Explique cuál es su funcionamiento desde el punto de vista físico.

Respuesta

El telémetro ultrasónico se basa en la emisión de un ultrasonido que se refleja en el blanco y el telémetro recibe el eco. Por el tiempo transcurrido y la fase del eco, calcula la distancia al blanco. En Cuba, el megáfono es un dispositivo que se utiliza cuando estamos bajo la influencia de un ciclón o huracán y no hay electricidad, entonces se informa al pueblo de la situación y las medidas a tener en cuenta para evitar posibles víctimas. Explique cuál es su funcionamiento.

9. En Cuba, el megáfono es un dispositivo que se utiliza cuando estamos bajo la influencia de un ciclón o huracán y no hay electricidad, entonces se informa al pueblo de la situación y las medidas a tener en cuenta para evitar posibles víctimas. Explique cuál es su funcionamiento.

Respuesta

El megáfono aumenta la intensidad y la distancia a que puede oírse un sonido. Ello es debido a que aumenta la masa de aire puesta en vibración por el foco sonoro, incrementando así la intensidad sonora, y por tanto, la distancia a que puede oírse. Al mismo tiempo, la onda dentro del megáfono es prácticamente plana, por lo que, la atenuación con la distancia es mucho menor

10. Un terremoto, también llamado sismo, seísmo, temblor, temblor de tierra o movimiento telúrico, es un fenómeno de sacudida brusca de la corteza terrestre, producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas. Los más comunes se producen por la actividad de fallas geológicas. También pueden ocurrir por otras causas como, por ejemplo, fricción en el borde de placas tectónicas, procesos volcánicos, impactos de asteroides o cometas, o incluso pueden ser producidas por el ser humano, denominándose este último como sismo inducido.

a) Explique cómo se propaga el movimiento sísmico.

b) Diga cuáles son los tipos de ondas sísmicas. Explíquelas

c) A qué se denomina sismo inducido, ejemplifique.

Respuesta

El movimiento sísmico se propaga mediante ondas elásticas (similares a las del sonido) a partir del hipocentro. Las ondas sísmicas son de tres tipos principales:

Ondas longitudinales, primarias o P. Ondas de cuerpo que se propagan a velocidades de 8 a 13 km/s en el mismo sentido que la vibración de las partículas. Circulan por el interior de la Tierra, donde atraviesan líquidos y sólidos. Son las primeras que registran los aparatos de medición o sismógrafos.

Ondas transversales, secundarias o S. Son ondas de cuerpo más lentas que las anteriores (entre 4 y 8 km/s). Se propagan perpendicularmente en el sentido de vibración de las partículas. Atraviesan únicamente sólidos. En los sismógrafos se registran en segundo lugar.

Ondas superficiales. Son las más lentas: 3,5 km/s. Resultan de interacción de las ondas P y S a lo largo de la superficie terrestre. Son las que causan más

daños. Se propagan a partir del epicentro. Son similares a las ondas (olas) que se forman sobre la superficie del mar. En los sismógrafos se registran en último lugar.

#### Sismo inducido

Se denomina sismo inducido o terremoto inducido a los sismos o terremotos, normalmente, de muy baja magnitud, producidos como consecuencia de alguna intervención humana que altera el equilibrio de fuerzas en la corteza terrestre. Entre las principales causas de sismos inducidos se pueden mencionar: la construcción de grandes embalses, el *fracking* o los ensayos de explosiones nucleares.

#### Explosiones nucleares

La onda de presión de explosiones subterráneas puede propagarse a través de la tierra y causar terremotos menores. La teoría sugiere que una explosión nuclear podría disparar rupturas de fallas geológicas y así causar un seísmo mayor a distancias de pocos cientos de kilómetros del punto de impacto.

Las tareas propuestas anteriormente están en correspondencia con los indicadores planteados para medir el aprendizaje de los alumnos sobre las aplicaciones de las propiedades de las ondas mecánicas a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente. Los profesores deben determinar en qué momento usarlas de acuerdo al objetivo de sus clases, pues algunas sirven para introducir un contenido, otras para ejercitarlo y algunas para la sistematización o generalización, abarcando elementos de toda la unidad.

### **1.7 Valoración de la propuesta de tareas por los evaluadores externos**

La propuesta de tareas de Física, es sometida al criterio de 9 evaluadores externos. De ellos el 80% tiene más de 25 años de experiencia en la docencia, y el 90% posee las categorías de máster o doctor, los mismos tienen un reconocido prestigio como profesionales, lo que permite considerar sus opiniones acerca de la calidad de la propuesta (Anexo 6)

Se elaboró una encuesta (Anexo 5) para obtener datos generales sobre los evaluadores externos y los criterios que los mismos ofrecen sobre la propuesta de tareas.

El 100% de los evaluadores externos consultados coincide en que la propuesta es necesaria, pertinente, se corresponde con los objetivos de la educación preuniversitaria, tiene la posibilidad de contribuir a elevar el aprendizaje de los contenidos físicos y se puede generalizar.

Además, la propuesta contribuye a que las clases motiven a los alumnos pues se vincula la Física con la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente. Se reconocen el rigor científico de las tareas y se sugiere ampliar la cantidad de tareas.

#### Criterios negativos

- No se aprovechan la concepción de las tareas para conformar un sistema.

#### Sugerencias

- Conceptualizar la propuesta a otras temáticas de la Física

De manera general los evaluadores externos coinciden en que la propuesta de tareas de Física contribuye al logro de vincular las ondas mecánicas con aplicaciones relacionadas con la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente. Además, la valoran necesaria, asequible, pertinente y que está correspondencia con los objetivos de la educación preuniversitaria, con posibilidades de contribuir a elevar el aprendizaje de los contenidos.

### **1.8 Resultado de la evaluación de la propuesta**

Para evaluar la propuesta de solución del problema científico de la investigación se aplicó una experiencia pedagógica a partir de la utilización del método experimental.

El diseño elegido es un preexperimento donde se aplica una preprueba y posprueba (pruebas pedagógicas) aplicadas a un mismo grupo. Es decir, se aplica una preprueba con el objetivo de indagar si los alumnos saben aplicar los contenidos físicos en la solución de tareas sobre propiedades de las ondas

mecánicas vinculados a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado.

Posteriormente se introduce el conjunto de tareas elaborado durante la impartición del tema de ondas mecánicas. Al culminar la impartición del tema se aplica la posprueba con un objetivo similar a la preprueba. Los resultados de ambas pruebas se procesan en SPSS para comparar la variable dependiente antes y después.

La elaboración de los instrumentos para la recolección de datos se realizó sobre la base de la operacionalización de la variable dependiente que es el conjunto de tareas sobre ondas mecánicas que permiten aplicar las propiedades de las ondas mecánicas a problemas vinculados a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado.

Se elaboraron las pruebas pedagógicas inicial (preprueba) y la prueba pedagógica final (posprueba). En cada caso se miden los mismos objetivos (anexos 7 y 8). La evaluación otorgada es entre 0 y 10 como se evalúan las evaluaciones sistemáticas en el preuniversitario.

La variable dependiente se evaluó en una escala ordinal con las categorías: bajo, medio y alto. En el nivel bajo se encuentran los alumnos desaprobados (menos de 6 puntos), en el nivel medio los alumnos que están aprobados (alcanzan entre 6, 7 y 9 puntos) y en el nivel alto (los que alcanzan la calificación de 9 y 10). Anexos 9 y 10

Además del análisis descriptivo desarrollado se realizó la comparación de la preprueba y la posprueba mediante la estadística inferencial aplicando la prueba de rangos con signos de Wilcoxon.

Las hipótesis estadísticas son:

$H_0$ : No hay diferencias entre los resultados al inicio y al final en cuanto a la variable: Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física.

$H_1$ : Si hay diferencias entre los resultados al inicio y al final en cuanto a la variable: Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física.

Para probar que las diferencias son significativas se aplicó la prueba de rangos con signos de Wilcoxon.

### Rangos

|                                                                                                                                       |                  | N               | Rango promedio | Suma de rangos |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física después - Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física antes | Rangos negativos | 0 <sup>a</sup>  | ,00            | ,00            |
|                                                                                                                                       | Rangos positivos | 30 <sup>b</sup> | 15,50          | 465,00         |
|                                                                                                                                       | Empates          | 4 <sup>c</sup>  |                |                |
|                                                                                                                                       | Total            | 34              |                |                |

a. Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física después < Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física antes

b. Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física después > Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física antes

c. Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física después = Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física antes

Como se puede apreciar no hubo alumnos que empeoraron en las calificaciones, solo 4 se mantuvieron igual y el resto 30 aumentaron su categoría.

El estadístico de contraste ofrece que:

| Estadísticos de contraste <sup>b</sup> |                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física después - Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física antes |
| Z                                      | -4,949 <sup>a</sup>                                                                                                                   |
| Sig. asintót. (bilateral)              | ,000                                                                                                                                  |

a. Basado en los rangos negativos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

La prueba de Wilcoxon da  $p = 0.000$  que es menor que  $\alpha = 0,05$  luego, se rechaza la hipótesis nula, por lo que se puede afirmar que si hay diferencia en cuanto a la variable Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física al inicio y al final con un 95% de confianza, por lo que se puede afirmar que el conjunto de tareas dio resultados positivos con un 95% de confianza.

La aplicación tanto de la estadística descriptiva como de las pruebas propias de la estadística inferencial han permitido plantear las tareas propuestas permite mejorar el aprendizaje en cuanto a la resolución de tareas sobre ondas mecánicas que permiten aplicar las propiedades de las ondas a problemas vinculados a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado.

## CONCLUSIONES

1. El estudio de los fundamentos teóricos que sustentan la resolución de tareas sobre aplicaciones de las ondas mecánicas permite profundizar en aspectos tales como la caracterización del proceso de enseñanza aprendizaje, las relaciones ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente, así como las potencialidades a considerar que ofrece el contenido de esta asignatura para trabajar estas aplicaciones a los fenómenos ondulatorios.
2. Mediante el empleo de métodos teóricos y empíricos se constatan las carencias y potencialidades que presentan los estudiantes del grupo 5 de décimo grado del IPVCE1: “Ernesto Guevara de la Serna” en cuanto a la resolución de tareas en el tema ondas mecánicas desde la Física de décimo grado.
3. Las 10 tareas que se proponen ofrece una solución que contribuye a la aplicación de los fenómenos ondulatorios a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física de décimo grado.
4. Los evaluadores externos coinciden en que la propuesta de tareas de Física contribuye al logro de vincular las ondas mecánicas con aplicaciones relacionadas con la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente. Además, la valoran necesaria, asequible, pertinente y que está correspondencia con los objetivos de la educación preuniversitaria, con posibilidades de contribuir a elevar el aprendizaje de los contenidos.
5. La validación de la propuesta a través de una experiencia pedagógica muestra la efectividad de la misma al obtenerse resultados superiores en la postprueba en relación con la preprueba a partir del análisis de estadística descriptiva e inferencial.

## **RECOMENDACIONES**

1. Participar en eventos relacionados con el tema
2. Continuar elaborando tareas cualitativas sobre otras temáticas vinculadas a la ciencia, la tecnología, sociedad y el ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C. (1999) *Didáctica, la escuela en la vida*. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.
- Bugaev, A. I. (1989) *Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media*. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.
- Caballero, G, 2017. *Las tareas muestra de Física en la unidad Electricidad y Circuitos Eléctricos de noveno grado*. Trabajo de Diploma.
- Davidov, V., Lomsher. J. y Markova, A. (1987). *Las bases teórico-metodológicas de la investigación psicológica de la actividad docente, en formación de la actividad docente de los escolares*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Gil, D. 1996. *Temas escogidos de Didáctica de la Física*/ Daniel Gil Pérez...[et. al.]. La Habana: Ed. Pueblo Educación.
- Gil, D. (2002) *Formación continuada del profesorado de ciencias. Una experiencia en Centroamérica y El Caribe*. Daniel Gil, Jaime Carrascosa, Carlos Furió, Valentín Gavidia, Jordi Solbes, y Amparo Vilches. Internet (En [weboei@oei.es](mailto:weboei@oei.es))
- Gutiérrez, R (2001). *Precisiones metodológicas para el trabajo con los objetivos formativos*. Departamento Formación Pedagógica General. I.S.P “Félix Varela”. Impresión ligera.
- Klingber, L. (1978). *Introducción a la didáctica general*. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- Leyva, J. (2002). *La estructura del método de solución de tareas experimentales de Física como invariante del contenido*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Superior Pedagógico “Félix Varela”. Villa Clara.
- Bugaev, A. I. (1989). *Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media. Fundamentos teóricos*. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- ICCP. (1984) *Pedagogía*/ Colectivo de autores del ICCP. La Habana: Mined.
- Labarrere, G. y Valdivia, G. (1988). *Pedagogía*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Leontiev, A.N (1978) *La actividad en la personalidad*. Editorial de libros para la educación.Ciudad de La Habana.

- \_\_\_\_\_ (1964) Las concepciones psicológicas de L.S. Vigotsky y otros. En L.S; Vigotsky. Investigaciones psicológicas escogidas. Editorial Progreso.Moscú.
- MINED. (1990) Texto de Física 10mo. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- MINED. (2013) *Programa de Física 10mo grado para el preuniversitario*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Pérez, G. y Nocedo, I. (1989). *Metodología de la investigación pedagógica y psicológica. Primera parte*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Pérez, N. y otros (2012) *Temas seleccionados de la didáctica de la Física/ Pérez, N. La resolución de problemas: un estudio cualitativo de cómo los estudiantes lo hacen*. Editorial pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.
- Rivero, HR (2002).*Enseñanza de las ciencias: los cuadros de saberes como un recurso didáctico en las clases de Física*. Héctor Rivero Pérez...[et. al.].Villa Clara: Universidad Pedagógica “Félix Varela”, Impresión ligera. 7 p.
- Rivero, H. (2003). *Un modelo para el tratamiento didáctico integral de las tareas teóricas de física y su solución*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Superior Pedagógico “Félix Varela”. Villa Clara.
- Rivero, M (2013) *Conjunto de tareas de Física que contribuyen a elevar la cultura científica de los estudiantes del preuniversitario*. Trabajo de Diploma. Universidad de Ciencias Pedagógicas “Félix Varela”. Villa Clara.
- Torres, R. (2006). *Las tareas docentes con enfoque sociocultural- profesional*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. I.S.P. “Félix Varela”. Santa Clara, Villa Clara. Cuba
- Valdés, P., Valdés, R., Guisasola, J., Santos, T. (2002) *Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica*. Revista iberoamericana de Educación, N° 28, enero-abril 2002.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1: Análisis de documentos**

**Objetivo:** Determinar las potencialidades que ofrecen los documentos normativos en cuanto a la resolución de tareas sobre aplicaciones de las ondas mecánicas a problemas vinculados a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado.

Documentos a analizar:

- Orientaciones metodológicas para el desempeño profesional
- Programa de Física de 10mo grado.
- Planes de clases.
- Sistema de tareas del libro de texto de Física del 10mo grado.

Indicadores a analizar:

- Objetivos generales y específicos de la Física del 10mo grado.
- Orientaciones metodológicas para los profesores.
- Sistema de tareas de los libros de texto de Física del preuniversitario.
- Correspondencia entre los objetivos del programa, las orientaciones metodológicas y el sistema de tareas de los libros de texto de Física del preuniversitario.

## **Anexo 2: Guía de observación a clases**

**Objetivo:** Valorar el tratamiento que se le imprime a la resolución de tareas sobre aplicaciones de las ondas mecánicas a problemas vinculados a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado.

### **Aspectos a tener en cuenta en las observaciones**

1. Trabajo realizado por parte del profesor encaminado a la resolución de tareas sobre aplicaciones de las ondas mecánicas a problemas vinculados a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado.
2. Tareas que se resuelven.
3. Materiales que se utilizan.

### **Anexo 3: Entrevista a profesores (Rivero 2013)**

**Objetivo:** Conocer el criterio de los profesores sobre el programa actual de Física, las tareas que aparecen en el libro de texto, y si en sus clases trabajan por resolver tareas sobre aplicaciones de las ondas mecánicas a problemas vinculados a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado.

Estimado profesor: con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en el preuniversitario, se está realizando una investigación sobre algunos elementos que inciden en la formación de los alumnos. Consideraremos que sus respuestas constituirán una apreciable contribución a nuestra tarea.

Cuestionario:

- 1- ¿Considera que la Física contribuye al establecimiento de las relaciones la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente? ¿De qué manera?
- 2- ¿Cree que el programa actual de Física contribuye a este objetivo? ¿Por qué?
- 3- ¿Considera que las tareas que aparecen en el libro de texto contribuyen al establecimiento de las relaciones la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente de los alumnos?
- 4- ¿Trabaja en sus clases por contribuir a la resolución de tareas encaminadas al establecimiento de las relaciones la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente de sus alumnos? ¿Qué hace? ¿Cómo lo hace? ¿Qué le resulta difícil?

#### **Anexo 4: Encuesta a alumnos (Rivero 2013)**

**Objetivo:** conocer el criterio de los alumnos en cuanto a la resolución de tareas sobre aplicaciones de las ondas mecánicas a problemas vinculados a la ciencia, tecnología, la sociedad y el ambiente desde la Física de décimo grado.

Estimado estudiante: con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en el preuniversitario, se está realizando una investigación sobre algunos elementos que inciden en su formación. Para esto se solicita su cooperación al responder la presente encuesta, esperando que sus respuestas sean sinceras y profundas. Se garantiza el carácter anónimo de sus opiniones y se agradece su contribución.

1-Marque con una x la respuesta que considere correcta. Puede elegir más de una opción.

1.1-Las tareas realizadas en las clases de Física están encaminadas a:

- a) ☐ aplicar las ecuaciones estudiadas.
- b) ☐ conocer la historia de los descubrimientos científicos.
- c) ☐ relacionar los fenómenos y leyes que se estudian en clase, con el desarrollo científico y técnico.
- d) ☐ identificar el impacto social y medio ambiental de los fenómenos físicos.
- e) ☐ representar gráficamente la dependencia entre magnitudes físicas.
- f) ☐ explicar cualitativamente los fenómenos físicos.
- g) ☐ relacionar los fenómenos físicos con la vida común.
- h) ☐ profundizar en la vida y obra de los hombres de ciencia.

2. Analice las siguientes afirmaciones y marque la respuesta que considere correcta, según sea: frecuentemente, a veces o nunca.

a) Los profesores de Física orientan en clase tareas de cálculos

☐ Frecuentemente      ☐ a veces      ☐ nunca

b) En los contenidos que se tratan en la clase de Física, se buscan sus aplicaciones

☐ Frecuentemente      ☐ a veces      ☐ nunca

### **Anexo 5: Criterio de evaluadores externos**

**Objetivo:** Perfeccionar la propuesta de tareas a partir la siguiente entrevista individual.

Estimados evaluadores externos: se ha elaborado una propuesta de tareas sobre ondas mecánicas en este sentido es beneficioso que se expresen críticamente en relación con cada uno de los elementos que la conforman, y expresen cualquier deficiencia y sugerencia que consideren oportuna.

Muchas gracias.

1- Datos generales:

Centro de trabajo: \_\_\_\_\_

Cargo que ocupa: \_\_\_\_\_

Años de experiencia: \_\_\_\_\_

Categoría docente: \_\_\_\_\_

Grado científico: \_\_\_\_\_

2- Exprese sus consideraciones acerca de la propuesta en cuanto a:

a) Necesidad de la propuesta

\_\_\_ necesaria    \_\_\_ poco necesaria    \_\_\_ no necesaria

b) Pertinencia

\_\_\_ pertinente    \_\_\_ poco pertinente    \_\_\_ no pertinente

c) Posibilidad de generalización

\_\_\_ generalizable    \_\_\_ poco generalizable

\_\_\_ no generalizable

d) Correspondencia con los objetivos de la educación preuniversitaria

\_\_\_ Sí    \_\_\_ No

e) Posibilidad de contribución de la propuesta a elevar el aprendizaje de los contenidos en los alumnos del preuniversitario

\_\_\_ Sí    \_\_\_ No

3- Exprese las deficiencias detectadas a lo que se le propone.

4- Exprese las sugerencias que usted considere pertinentes.

### Anexo 6: Datos de los evaluadores externos encuestados

| <b>Nombre y apellidos</b>       | <b>Centro de trabajo</b>  | <b>Años de experiencia</b> | <b>Categoría docente</b> | <b>Categoría científica</b> |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Leonel Quintana Fernández       | UCLV, Sede "Félix Varela" | 40                         | Auxiliar                 | Máster                      |
| Vladimir León Cordero           | UCLV                      | 30                         | Instructor               | Máster                      |
| Gerardo García González         | UCLV, Sede "Félix Varela" | 30                         | Asistente                | Máster                      |
| Jorge Luis Contreras Vidal      | UCLV, Sede "Félix Varela" | 31                         | Titular                  | Doctor                      |
| Vladimir L. López Villavicencio | UCLV, Sede "Félix Varela" | 31                         | Asistente                | Máster                      |
| Anel Fernández Vizcaíno         | UCLV, Sede "Félix Varela" | 23                         | Auxiliar                 | Licenciado                  |
| Raimon Castañeda González       | IPVCE 1:                  | 27                         | Instructor               | Máster                      |
| Yuniel Ramírez Ramos            | IPVCE 1:                  | 35                         | Instructor               | Máster                      |
| Juan José Rivas Andoba          | UCLV, Sede "Félix Varela" | 41                         | Auxiliar                 | Máster                      |

### **Anexo 7: Prueba pedagógica inicial (preprueba)**

**Objetivo:** conocer el estado inicial de los estudiantes sobre resolver tareas sobre las aplicaciones de las propiedades de las ondas a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.

1. Dentro de los diferentes tipos de ondas que existen en la naturaleza se encuentran las ondas mecánicas.

a) Menciones cuáles son las propiedades de este tipo de ondas.

b) Menciones tres de las aplicaciones de las ondas mecánicas a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.

### Anexo 8: Prueba pedagógica final (posprueba)

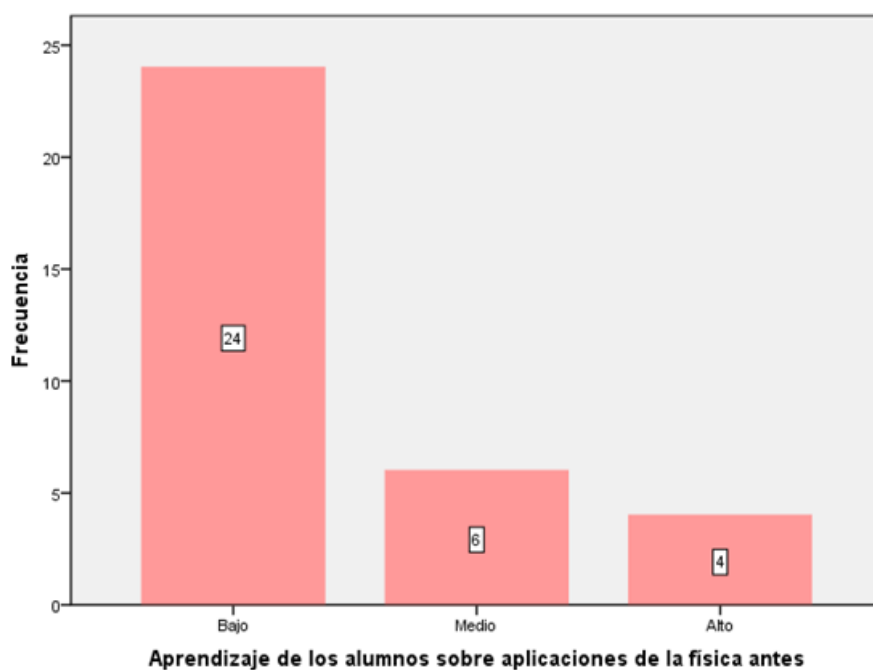
**Objetivo:** conocer el estado final de los estudiantes sobre resolver tareas sobre las aplicaciones de las propiedades de las ondas a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.

1. Complete los espacios en blanco con la palabra correspondiente a cada afirmación:
  - a) Se denomina \_\_\_\_\_ a la propagación de una  
(Movimiento mecánico– onda mecánica)  
perturbación de naturaleza mecánica en un medio.
  - b) Para que la \_\_\_\_\_ de las ondas mecánicas sea un  
(difracción \_\_ interferencia)  
sea un fenómeno notable, las dimensiones del obstáculo deben ser  
\_\_\_\_\_ que la longitud de onda.  
(mayor \_\_ menor)
  - c) Se denomina \_\_\_\_\_ al fenómeno que cumple con la  
(interferencia \_\_ reflexión)  
Ley de Snell.
  - d) Se conoce como \_\_\_\_\_ a la superposición de ondas  
(efecto doppler \_\_ interferencia)  
Coherentes.
- 1.1 Las propiedades de las ondas mecánicas son aplicadas a la a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente. Menciona una de estas aplicaciones y en que consiste.

## Anexo 9: Resultados de la prueba pedagógica antes (preprueba)

### Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física antes

|         |       | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Bajo  | 24         | 70,6       | 70,6              | 70,6                 |
|         | Medio | 6          | 17,6       | 17,6              | 88,2                 |
|         | Alto  | 4          | 11,8       | 11,8              | 100,0                |
|         | Total | 34         | 100,0      | 100,0             |                      |



## Anexo 10: Resultados de la prueba pedagógica después (posprueba)

### Aprendizaje de los alumnos sobre aplicaciones de la física después

|         |       | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Medio | 6          | 17,6       | 17,6              | 17,6                 |
|         | Alto  | 28         | 82,4       | 82,4              | 100,0                |
|         | Total | 34         | 100,0      | 100,0             |                      |

