

**LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA MEDIANTE LA RESOLUCIÓN DE  
PROBLEMAS Y LAS RELACIONES CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD  
(C.T.S): UNA PROPUESTA ORIENTADORA HACIA EL APRENDIZAJE DEL  
CONCEPTO DE ONDA SONORA.**

**GIOVANY HUMBERTO MUÑOZ ÁLVAREZ**

**Investigación Monográfica para optar por el título de  
Licenciado en Matemáticas y Física**

**ASESORA:**

**EDILMA RENTERÍA RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y ARTES**

**LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA**

**MEDELLÍN**

**2010**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Institución Educativa Cristóbal Colón por permitir realizar mi práctica profesional y facilitar su acompañamiento durante el desarrollo de ésta. Al docente Luis Ángel Piedrahita por su valiosa colaboración en el aula de clases. A los estudiantes de grado 11 – 2, por participar en las actividades propuestas en la práctica profesional. De manera muy especial a la profesora Edilma Rentería Rodríguez por su compromiso y orientación en la construcción de la investigación por sus múltiples aportes para mejorar el trabajo.

## DEDICATORIA

*A mi madre Gloria Elena Álvarez y hermanos Dairon Alejandro y Sandra Milena por el continuo acompañamiento durante mi aprendizaje y su inconmensurable apoyo. A mi compañera sentimental Paula Andrea Muñoz por su colaboración en la construcción de este trabajo. Afectuosamente de ustedes.*

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1: OBJETO DE ESTUDIO.....	10
1.1 JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.2.1 Objetivo general .....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 HIPÓTESIS .....	14
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO .....	15
2.1 RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	20
2.1.1 Historia: La enseñanza de la resolución de problemas para el aprendizaje de las ciencias .....	20
2.1.1.1 La resolución de problemas como investigación en la enseñanza de las ciencias .....	22
2.1.2 Definición: ¿Qué se entiende por problema en educación? .....	24
2.1.3 Tipos .....	27
2.1.4 Modelos en la enseñanza de las ciencias mediante la resolución de problemas .....	32
2.1.5 Metodología de la resolución de problemas mediante la investigación dirigida .....	35
2.1.5.1 Características de la investigación dirigida .....	36

2.1.5.2 Procedimientos empleados en la investigación dirigida .....	39
2.1.6 Habilidades que se desarrollan y dificultades que se generan en la enseñanza de las ciencias mediante la resolución de problemas .....	43
2.2 CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (C. T. S).....	44
2.2.1 Antecedentes: La ciencia, la técnica y la tecnología son precursores de nuevos enfoques en la educación .....	44
2.2.2 El modelo de la tecnociencia: Alfabetización científica.....	49
2.2.3 Las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad en la enseñanza de las ciencias .....	51
2.2.4 Física, Tecnología y Sociedad? .....	54
2.3 ONDAS .....	56
2.3.1 Antecedentes históricos sobre los fenómenos ondulatorios.....	57
2.3.2 Definición de onda y tipos de ondas .....	60
2.3.3 Dificultades en los estudiantes sobre los fenómenos ondulatorios .....	61
CAPITULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO .....	67
3.1 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	68
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	69
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	70
3.4 VARIABLES A ESTUDIAR .....	71
3.4.1 Variable independiente.....	71
3.4.2 Variable dependiente.....	72
3.5 INSTRUMENTOS .....	76
3.5.1 La estrategia didáctica.....	76
3.5.1.1 Estructura .....	76
3.5.2 Otros aspectos de la estrategia didáctica .....	80
3.5.2.1 Herramientas empleadas para el desarrollo de la estrategia .....	80
3.5.2.2 Articulación del componente temático con el componente metodológico en la estrategia didáctica .....	81
3.5.2.3 Actividades .....	82
3.5.3 Diseño del test.....	95

3.5.3.1 Confiabilidad del test .....	96
CAPITULO 4: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	99
4.1 Resultados obtenidos del grupo control y experimental.....	100
4.2 Análisis por factor y descripción comparativa entre los resultados obtenidos con la t de Student en el grupo experimental con relación con el control .....	103
4.3 Prueba de la hipótesis.....	111
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	112
5.1 Conclusiones.....	113
5.2 Recomendaciones .....	116
BIBLIOGRAFÍA .....	117
ANEXOS.....	118
ANEXO 1 Test: conceptos fundamentales del sonido .....	119
ANEXO 2 Evidencias de la implementación de la estrategia didáctica al grupo experimental.....	121
ANEXO 3 Evidencias de la aplicación del test: conceptos básicos del sonido al grupo experimental .....	123

## INTRODUCCIÓN

Las dificultades en el proceso de enseñanza – aprendizaje hacen parte del entorno educativo. La educación en ciencias no ha estado ajena a este tipo de situaciones, así han resultado abundantes investigaciones y debates en los que se discute modelos, enfoques o estrategias para la enseñanza, como también la manera como los estudiantes aprenden. El presente trabajo investigativo hace parte del rango de posibilidades que pueden ayudar a la solución de dichas dificultades.

Este estudio tiene como propósito analizar la influencia de una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas orientados desde los lineamientos del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S), en el aprendizaje conceptual de temas relacionados con el concepto de sonido y sus fenómenos en los estudiantes de undécimo grado. La resolución de problemas mediante investigación dirigida se refiere al método de enseñanza, a través de este el docente orienta a los estudiantes en la construcción de sus conocimientos. Desde este enfoque se cree que si el estudiante se enfrenta a la solución de problemas abiertos sobre un determinado tema, dicho proceso le permite aprender los conceptos y procedimientos propios de la ciencia, debido a que la solución al problema no tiene un camino definido o regla que le

permita hallarla, sino que se requiere utilizar procesos similares a los que utilizan los científicos cuando se enfrentan a verdaderos problemas (comprender el problema, emitir hipótesis, diseñar un plan, realizar experimentos, evaluar la solución). Además, dicha solución exige de los estudiantes la utilización de habilidades tales como: observar, analizar, sintetizar, transferir, evaluar, leer, comprender entre otras (García, 2003; Rodríguez, 2010) que permiten aprender los conceptos propios de la física.

La introducción de las interacciones CTS en las clases de ciencias es asumida en la actualidad como algo imprescindible si se pretende la llamada *alfabetización científica y tecnológica de todas las personas* como una de las finalidades básicas de la enseñanza de las ciencias, que ayude a garantizar los conocimientos necesarios para que puedan comprender y desenvolverse adecuadamente en un mundo como el actual, a facilitar a todos los ciudadanos y ciudadanas su implicación en la toma de decisiones en torno a los problemas de interacción ciencia, tecnología y sociedad, así como apreciar la ciencia y la tecnología como empresas que han sido y continúan siendo parte de la cultura” (Bybee, 1997).



El proceso y los resultados de la investigación se encuentran explícitos en cinco capítulos. El primero de ellos se refiere al objeto de estudio, en esa parte se encuentra la justificación y el planteamiento del problema, objetivos e hipótesis. En el segundo capítulo está el marco referencial, construido desde la resolución de problemas, los lineamientos del movimiento ciencia, tecnología y sociedad y conceptos básicos sobre sonido. El tercer capítulo se refiere al diseño metodológico en el cual se explican las variables de estudio, el tipo de investigación, la población, la muestra y se incluyen los instrumentos. En el cuarto capítulo hace referencia al análisis de los resultados y en el último capítulo encontramos las respectivas conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO 1

## OBJETO DE ESTUDIO

## **CAPITULO 1: OBJETO DE ESTUDIO**

### **1.1 JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los conceptos relacionados con el sonido son temas obligatorios en el currículo de ciencias, más específicamente en la asignatura de física. Aunque dichos conceptos se enseñan regularmente en undécimo grado, en las aulas de clase no se le da mucha importancia a la relación que estos tienen con la vida cotidiana de los estudiantes. Así, aunque los estudiantes utilizan términos relacionados con el sonido (como volumen, timbre, tono, entre otros) no utilizan sus conceptos científicos para dar explicaciones y solucionar problemas a fenómenos presentados en su entorno.

Por otra parte, haciendo una revisión de investigaciones realizadas sobre el sonido, se ha encontrado que a los estudiantes se les dificulta comprender que el sonido por ser un fenómeno ondulatorio transporta energía más no materia. Así mismo, en dichas investigaciones se encuentra una carencia de propuestas orientadas al diseño de estrategias que permitan mejorar el aprendizaje de conceptos relacionados con el sonido, y mucho menos se encuentran propuestas orientadas a que los estudiantes establezcan relación entre los conceptos de sonido enseñados en la escuela y los utilizados en su entorno con los aparatos tecnológicos y los efectos que estos producen.

El que los estudiantes se les dificulte aprender conceptos relacionados con el sonido y explicar fenómenos de su entorno, puede estar asociado a que en la escuela se hace mayor énfasis en la utilización de procedimientos algorítmicos, para resolver talleres con un gran número de ejercicios, que exigen del estudiante un procedimiento mecánico, que la solución de situaciones problemas las cuales generen en los estudiantes conflictos cognitivos y cuya solución requiere la utilización de procesos similares a los que utilizan los científicos cuando se enfrentan a problemas reales.

Da Silveira y Moreira (1992) plantean que con frecuencia se cree que “saber física es una cuestión de conocer cuál es la fórmula”, lo cual es una consecuencia de la manera cómo se transmite o se ha transmitido el conocimiento desde el modelo tradicional, en consecuencia se hace necesario identificar estrategias que cambien el modo de proceder en la enseñanza, hacer de ella y sus contenidos un proceso más procedimental que mecánico.

Teniendo en cuenta estos aspectos entorno a la enseñanza – aprendizaje de la física y las dificultades que se han venido generando, se plantea el siguiente problema: *¿Cómo influye una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas orientados desde los lineamientos del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en el aprendizaje conceptual de temas relacionados con fenómenos ondulatorios en los estudiantes de undécimo grado de la Institución Educativa Cristóbal Colón?*

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 General**

Analizar la influencia de una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas orientados desde los lineamientos del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S), en el aprendizaje conceptual de temas relacionados con el concepto de sonido y sus fenómenos en los estudiantes de undécimo grado de la Institución Educativa Cristóbal Colón.

### **1.2.2 Específicos**

- Elaborar una estrategia didáctica en la que se articule la resolución de problemas y las relaciones C. T. S para la enseñanza de conceptos ondulatorios.
- Describir los conceptos sobre sonido que son más aprendidos por los estudiantes después de la implementación de una estrategia didáctica innovadora.
- Describir los conceptos sobre sonido que son menos aprendidos por los estudiantes después de la implementación de la estrategia didáctica innovadora.

- Comparar el aprendizaje conceptual sobre sonido de los estudiantes de un grupo control con relación a los de un grupo experimental después de la aplicación de estrategias de enseñanza.

### **1.3 HIPÓTESIS**

La hipótesis de investigación que se plantea es de tipo diferencial entre grupos de la Institución Educativa Cristóbal Colón y direccionada, es decir, se toman dos grupos, uno experimental y otro control y se analiza su diferencia en cuanto al aprendizaje conceptual.

Hi: La estrategia didáctica basada en la resolución de problemas orientados desde los lineamientos del movimiento Ciencia Tecnología y Sociedad, es más eficaz que una estrategia didáctica convencional basada en exposiciones explicativas, para el aprendizaje conceptual sobre sonido.

# CAPÍTULO 2

## MARCO TEÓRICO

## CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

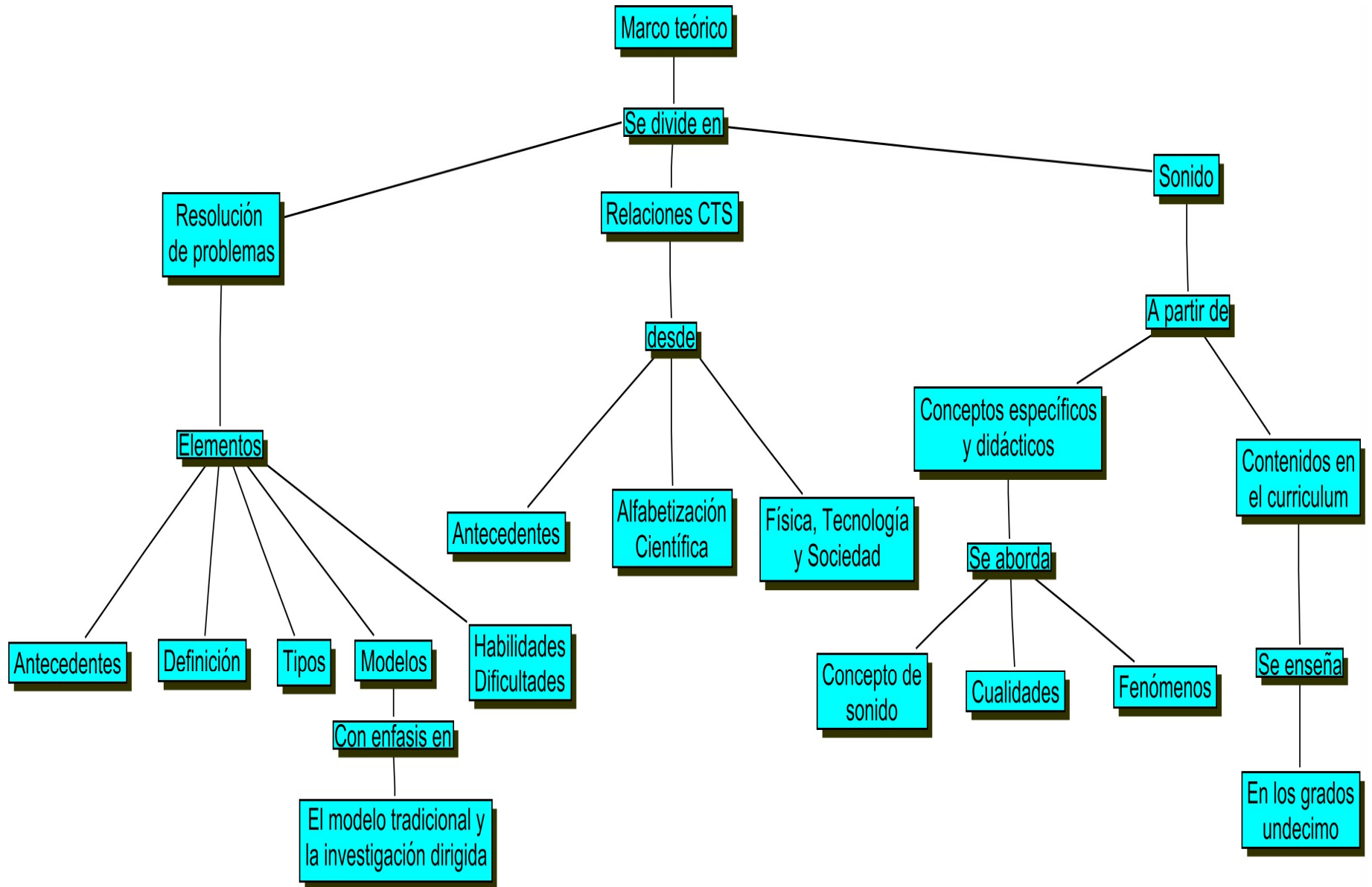
El presente marco teórico está estructurado en tres partes: La resolución de problemas, el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S) y algunos conceptos sobre ondas. En la parte de resolución de problemas se abordan: la historia, desde sus antecedentes hasta la actualidad, su definición a partir de la pregunta ¿Qué se entiende por problema en educación?, los tipos de problemas, los modelos de resolución de problemas y, las habilidades y dificultades que se generan.

En el apartado sobre el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S) es un referente teórico que se toma en consideración aquí en virtud de su importancia en lo que respecta sobre la contextualización de los conocimientos y su relación con la sociedad, se describen sus antecedentes, la alfabetización científica, el movimiento C. T. S en la enseñanza de las ciencias y algo sobre este movimiento bajo un enfoque curricular en el apartado Física, Tecnología y Sociedad.

El presente trabajo aborda como tema específico las ondas sonoras, esta parte está dividida en cuatro secciones comprendidas en las concepciones didácticas de los estudiantes, los tipos de ondas, las características del sonido y su relación con los contenidos en el currículo.

El siguiente mapa conceptual (ver diagrama 1), mencionado al iniciar este apartado, sintetiza el conjunto de contenido que describe el marco conceptual.





Esquema 2.1: Cuadro conceptual sobre el marco teórico.

## **2.1. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

### **2.1.1 Historia: La enseñanza mediante la resolución de problemas para el aprendizaje de las ciencias**

#### **2.1.1.1 Antecedentes**

La enseñanza mediante la resolución de problemas se inició en el primer tercio del siglo XX, aunque su despegue definitivo vendría de la mano de las grandes reformas educativas en los años 70, que asumen la resolución de problemas como un proceso clave en la enseñanza de las ciencias experimentales (Ibáñez, 2002); con el propósito de mejorar la calidad educativa.

Tiempo después de que la resolución de problemas empieza a incursionar en la educación, se promueven dos corrientes o tendencias, la primera se refiere a las investigaciones orientadas a estudiar el cómo resuelven los estudiantes problemas, la cual es abordada desde el campo de la psicología. La segunda tendencia, está orientada a la transposición didáctica, es decir a cómo enseñan los profesores a resolver problemas (Oviedo, Paulo; 1987); ambas corrientes han hecho sus aportes a la educación, por ejemplo el ámbito de la psicología orienta la resolución de problemas desde el punto de vista de la conducta y su estado emocional para enfrentarse a situaciones confusas, mientras que el ámbito didáctico aporta desde las estrategias que el estudiante emplea para llegar a su solución, procedimientos, entre otros aspectos.

En las primeras décadas del siglo XX el enfoque psicológico conductista era el dominante y consideraba el proceso de resolución de problemas como una serie de instrucciones que llevan a la resolución del problema (Driver, 1982); este modo de concebir la resolución de problemas no ha cambiado mucho, con frecuencia se le enseña al estudiante a resolver problemas mediante pasos o recetas, las cuales no son más que soluciones que inducen un pensamiento mecanicista en el que no se involucran procesos de pensamiento ni el desarrollo del pensamiento lógico en las diferentes áreas.

Por otra parte, debido a las dificultades que han resultado en el modelo de resolución de problemas en los estudiantes, se proponen un conjunto de procedimientos basados en el campo de la psicología cognitiva en el que se desenvuelve actualmente la investigación en resolución de problemas (Polya; 1945), el método propuesto se inscribe en el método heurístico e inclusive propone una estrategia general de resolución en cuatro fases:

- a. Comprensión del problema.
- b. Elaboración de un plan.
- c. Poner en marcha el plan.
- d. Reflexión sobre los resultados.

Es importante tener en cuenta estas sugerencias y no dejar aparte el análisis de las estrategias de enseñanza sobre resolución de problemas y sus

implicaciones didácticas, las cuales han sido agrupadas en las cuatro orientaciones didácticas ya mencionadas.

Las investigaciones en este campo han generado tres enfoques: Enseñanza para la resolución de problemas; enseñanza sobre la resolución de problemas y enseñanza mediante la resolución de problemas (Marín; 1996). La enseñanza para la resolución de problemas está orientada a la resolución de situaciones que desarrollen las capacidades cognitivas del estudiante y además que posibilite la adquisición de los conocimientos. La enseñanza sobre la resolución de problemas tiene como propósito orientar al estudiante hacia una actitud que genere en él una conciencia sobre su aprendizaje. La enseñanza mediante la resolución de problemas permite fortalecer el nivel educativo en los estudiantes y hacer más dinámico su aprendizaje.

#### **2.1.1.2 La resolución de problemas como investigación en la enseñanza de las ciencias**

En la actualidad existen numerosas investigaciones que expresan la importancia de emplear situaciones problemas en la enseñanza de las ciencias. Da Silveira y Moreira (1992) plantean que con frecuencia se cree que “saber física es una cuestión de conocer cuál es la fórmula”, lo cual es una consecuencia de la manera cómo se transmite o se ha transmitido el conocimiento desde el modelo tradicional, en consecuencia se hace necesario identificar estrategias que cambien el modo de proceder en la enseñanza, hacer de ella y sus contenidos un proceso más procedimental que mecánico.

De acuerdo a ello surge la necesidad de cuestionarse sobre este tipo de situaciones a las que apuntan muchos trabajos de investigación: “¿De verdad se enseña a resolver problemas? ¿Qué se entiende por problema? ¿Qué debería caracterizar su proceso de resolución?” surgiendo así hipótesis sobre el fracaso en los estudiantes en la resolución de problemas en diversas áreas. Carlos Becerra (2005) dice que el fracaso en la resolución de problemas no es el resultado de la incapacidad de los estudiantes, sino que dicha incapacidad está relacionada con lo que hace el profesor en clase. Para soportar lo anterior propone los siguientes instrumentos basados en el desarrollo y análisis en la resolución de problemas: Análisis de las críticas y objeciones de los profesores a un problema resuelto, análisis de la resolución didáctica ideal de los profesores, análisis de los cuadernos de los alumnos.

Muchas investigaciones convergen que con frecuencia en la comunidad educativa existe una concepción de los problemas como simples ejercicios de aplicación de la teoría, es decir, los profesores presentan lo que son ejercicios para ellos, pero problemas para los alumnos, como ejercicios de la teoría. De igual manera algunas investigaciones han arrojado que con frecuencia los estudiantes involucrados en la solución de un problema no analizan los resultados obtenidos, debido a que se les ha mostrado soluciones explicadas.

### 2.1.2 Definición: ¿Qué se entiende por problema en educación?

La palabra problema es muy común en el ámbito educativo, más aún cuando se alude a temas de áreas específicas como es el caso de las Matemáticas, la Física o la química, entre otras. Aunque se enuncie en el aula, en ocasiones el docente y sus alumnos no tienen una clara concepción de la palabra problema. Cuando se consulta acerca de la palabra problema desde un enfoque educativo se encuentran definiciones expresadas de manera diferente pero todas ellas llevan a una misma conclusión: “es una situación en la que se desconoce la solución”, a continuación se muestran algunas de las definiciones encontradas:

- Un problema es “una situación que presenta dificultades para los cuales no hay soluciones evidentes” (Hudgins, 1996; Hayes, 1981; Gil Pérez y Martínez Torregosa, 1983; Bodner y McMillen, 1986).
  
- “Se llama problema a la tarea cuyo método de realización y cuyo resultado son desconocidos para el alumno a priori, pero que este, poseyendo los conocimientos y habilidades, está en condiciones de acometer la búsqueda de ese resultado del método que ha de aplicar” (Danilov, 1885)
  
- “Un problema “es una situación que presenta dificultades para las cuales no hay soluciones evidentes” (Becerra, Gras–Martí, Torregrosa; 2005)

- “Un problema es una situación, cuantitativa o no, de la que se pide una solución, para la cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla” (Krulik y Rundnik, 1980)
- "Un problema lo es en la medida en que el sujeto al que se le plantea (o que se plantea él mismo) no dispone de los elementos para comprender la situación que el problema describe y no dispone de un sistema de respuestas totalmente constituido que le permita responder de manera inmediata" (Parra, 1990)

Algunos elementos en común que presentan las anteriores definiciones son:

- En un problema no existe una vía única de solución exacta, es decir, se desconoce algún procedimiento o algoritmo que nos indique la solución o respuesta buscada.
- Es una situación que generalmente presenta no presenta una única solución.
- Para la solución se deben tener en cuenta conocimientos previos al ser abordado.

De acuerdo a lo anterior vemos que resolver un problema es salvar el espacio existente entre el problema y su solución teniendo en cuenta que la búsqueda de una solución que no se adquiere mediante un proceso lineal (mecánico), sino, mediante la ejecución de múltiples acciones, así resolver un problemas “es un proceso que utiliza el conocimiento de una disciplina, sus técnicas y

habilidades de esa disciplina, para salvar el espacio existente entre el problema y su solución” (Frazer, 1982).

Con frecuencia a los estudiantes en su proceso de enseñanza–aprendizaje “no se les enseña a enfrentarse a los problemas, sino que se les han mostrado soluciones explicadas” (Becerra y otros, 2005), con lo cual se genera en el estudiantes un aprendizaje memorístico y sin sentido al momento de encontrar la solución a determinadas situaciones.

Otro de los aspectos que relaciona la resolución de problemas es el dominio de los conceptos, Moreira (1992) afirma que “para resolver problemas, el alumno debe tener dominio de los conceptos relevantes. No es posible aplicar sin conocer los conceptos” por lo tanto vemos que los conceptos en la resolución de problemas es una parte importante para el estudiante según la situación dada por el docente cuando se busca una solución para ciertas situaciones.

Estas son algunas semejanzas extraídas de la definición conceptual de la palabra problema y su resolución como un elemento asociada a ella, sin embargo es conveniente tener en cuenta que para el estudiante, e inclusive para el docente, la concepción de problema puede variar cuando se trata de establecer relaciones entre los elementos de alguna materia llevando a confusiones. García (1982), dice sobre este aspecto que “regularmente los docentes y los estudiantes confunden los ejercicios con problemas, asignándoles a los primeros categoría de problemas y utilizándolos para que los estudiantes puedan aplicar las formalizaciones elaboradas a partir de los



conceptos y principios que se encuentren en las teorías científicas”. Aquellas formalizaciones se pueden interpretar como las formulas o ecuaciones deducidas, las cuales se aplican en determinados casos, no obstante “esta confusión se debe a que los docentes no reconocen las características del problema desde su nivel de dificultad dado por el desconocimiento de la solución y de los procedimientos necesarios para su resolución”

### **2.1.3 Tipos**

Al igual que en la definición de problema, en la clasificación de estos no hay consenso definitivo, solo contribuciones de varios autores. Algunas de las clasificaciones existentes coinciden entre sus autores pero con distinto nombre del tipo de problema. Así, existen numerosas denominaciones sobre los tipos de problemas tales como problemas de lápiz y papel, experiencias de laboratorio, problemas cotidianos, problemas científicos, problemas tecnológicos, problemas abiertos, problemas cerrados, entre otros que ampliarían la presente lista. En la siguiente tabla se definen algunos tipos de problemas.

TIPO DE PROBLEMA	DEFINICIÓN
Problemas de lápiz y papel	Son aquellos que generalmente se resuelven en clase y en las evaluaciones, estos podrían ser abiertos y cerrados, cualitativos y cuantitativos.
Experiencias de laboratorio	Leyva y Vázquez (1992) consideran la experiencia de laboratorio como “aquella para cuya solución es necesario realizar un experimento y a partir de él obtener información, ya se cualitativa, cuantitativa o de ambos tipos”
Problemas cotidianos (También conocidos como reales o verdaderos)	<p>También conocidos como problemas reales, Frazer (1986) los define como aquellos en los que no se conocen la solución e incluso puede que esta no exista.</p> <p>Garret los constituye como problemas verdaderos, los cuales son situaciones enigmáticas que no son ni solucionables ni resolubles y que son sólo comprensibles.</p> <p>Oviedo (1994) afirma que “el problema real es aquel para el cual no se conoce la solución, incluso puede que esta no exista”.</p> <p>Es conveniente aclarar que el problema real también puede ser considerado como problemas científicos y tecnológicos, los cuales son considerados, con un aspecto concreto dirigido en función de un objetivo concreto de interés.</p>

Como característica de los tipos enunciados, tenemos que estos se pueden clasificar en otras dos características:

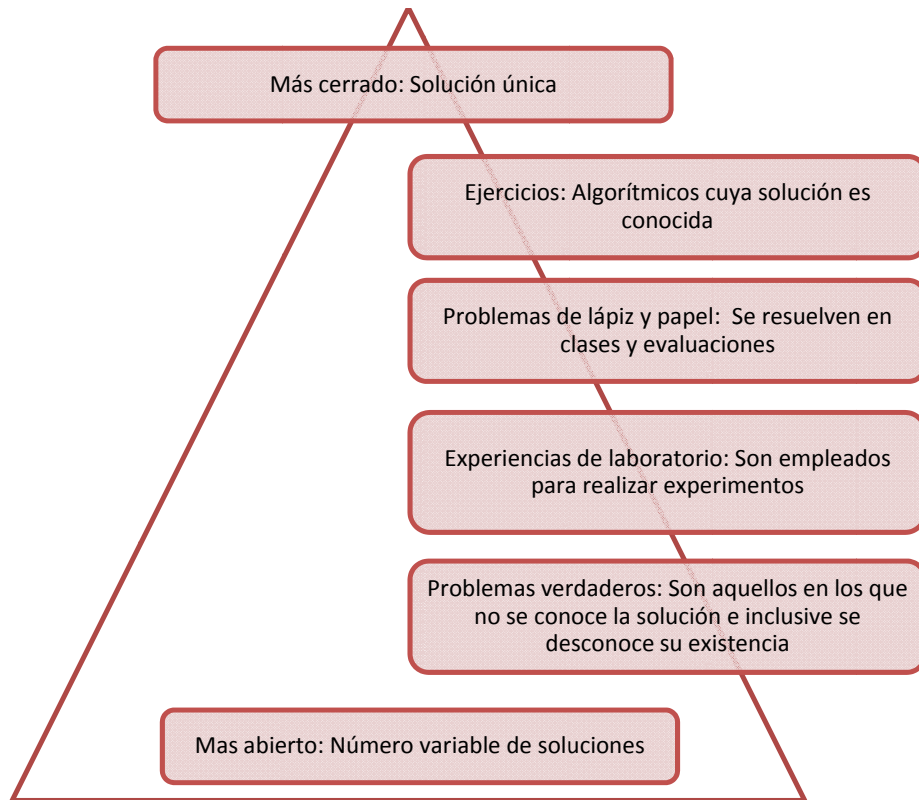
Problemas cerrados	Frazer (1984) y otros autores lo clasifica como un problema con solución única, parece que existiera al menos un consenso con respecto este tipo de problema.
Problemas abiertos	<p>Para Garret (1987) existen varias respuestas adecuadas para este tipo de problemas.</p> <p>Frazer (1984) le llama problema con un número variable de soluciones.</p>

En las tablas anteriores vemos que no existe, como se dijo antes, un acuerdo definitivo para la clasificación de los tipos de problemas al igual que en su definición, el tipo de problema es clasificado según el contexto, vemos que autores como Frazer (1984) considera que los problemas se clasifican en artificiales y reales, siendo los artificiales aquellos que tienen solución conocida y los reales como los problemas cerrados, Garret (1987) por otro lado propone dentro de su clasificación hace referencia a la distinción entre ejercicios puzzles o rompecabezas y problemas verdaderos como lo son los problemas reales o cotidianos. La diferencia entre puzzles y problemas estriba en el hecho de que en el puzzle la solución es conocida, el procedimiento conduce a un resultado directo y el problema es una situación en la que se desconoce la respuesta.

Otros autores como Watts (1981), hace referencia a dos tipos de ejercicios: los PS1 (problem-solving 1) en su siglas en inglés en los que se encuentran, según él, los problemas académicos que se proponen en las clases de ciencias en los que el enunciado es concreto y bien definido; y los PS2 los cuales son cualitativos y próximos a lo cotidiano generalmente.

Perales (1996) habla sobre tres categorías basado en criterios, así según el campo de aplicación estos pueden ser cotidianos y académicos; en el tipo de tarea los problemas de tipo cuantitativo y cualitativo centrados en la interpretación científica y en cuanto a la estructura y características del enunciado los “fácilmente” resolubles incluyendo los abiertos mediante el diseño de estrategias. En cada uno de los anteriores criterios se agrega el tipo de problema y se clasifica según sus características.

Con el propósito de mejorar la óptica de este apartado se presenta a continuación una tabla en la que se jerarquiza a escala la clasificación de estos tipos:



**Tabla 2.2** Cuadro que esquematiza una relación jerarquizada con las características de los tipos problemas desde el más abierto hasta el más cerrado.

En la tabla anterior vemos que las situaciones de tipo cerrado son de solución única, entre ellos se encuentran los algorítmicos cuya solución es conocida, más abajo vemos las situaciones abiertas las cuales son aquellas que son consideradas como situaciones problemáticas verdaderas y en las que la existencia de la solución es desconocida.

#### **2.1.4 Modelos en la enseñanza de las ciencias mediante la resolución de problemas.**

Sobre las innovaciones que proponen las investigaciones en el campo de la resolución de problemas se han caracterizados los modelos sobre la resolución de problemas como estrategia de enseñanza – aprendizaje para las diferentes áreas del saber (Ceberio, Mikel; Guisasola y Almudí; 2008). Los modelos tratados allí son: algorítmicos, resolución de problemas por expertos y novatos, y la resolución de problemas basada en el desarrollo de investigaciones guiadas, los cuales son explicados a continuación:

- Modelos algorítmicos de resolución de problemas: Tema en el que se desarrolla la noción de algoritmo y hace expreso que autores como Landa (1996) reconocen la imposibilidad de disponer de algoritmos para la resolución de cualquier problema para lo cual es necesario recurrir a reglas heurísticas. Este modelo de resolución de problemas, a modo de ver de muchos lectores, sugiere convertir los problemas en simples ejercicios.
- Modelo de resolución de problemas por comparación entre expertos y novatos: parte del supuesto de que existen buenos y malos resolventes de problemas. Asume que la pericia de los expertos implica la óptima utilización de los elementos cognitivos. La intencionalidad del educador es orientar a los novatos, que en este caso son los estudiantes para que resuelvan problemas de la misma manera que los expertos.

- Modelo de resolución de problemas basado en el desarrollo de investigaciones guiadas: Se basa en la importancia del conocimiento previo y se desarrolla en el contexto de situaciones próximas a la realidad, es decir, considera que la interacción con el entorno se alcanza un aprendizaje comprensivo.

Este último apartado es de consideración importante y en el presente trabajo se hará énfasis en este modelo debido a que es un elemento que se apoya en la investigación guiada y supervisada por el docente o experto a cargo de ella, el énfasis se hará más adelante en otro apartado.

Si se estudia la educación tomando como referencia los diferentes modelos de enseñanza–aprendizaje mencionados aquí y basados en la resolución de problemas es inevitable mencionar el modelo tradicional, este modelo se ha venido modificando con el tiempo bajo la necesidad de renovar la educación originando así paradigmas conocidos con el nombre de modelo de aprendizaje por descubrimiento, modelo de aprendizaje por recepción significativa, el paradigma constructivista, el cambio conceptual y, con especial énfasis en el presente trabajo, el aprendizaje de las ciencias mediante la investigación dirigida.

Debido a las dificultades de aprendizaje proyectadas por el modelo tradicional y con el advenimiento de la necesidad de desarrollar actividades que relacionen las capacidades de los estudiantes para aprender ciencia, se inició, la

búsqueda de nuevos modelos que se aproximen a la actividad científica: “cómo enseñar ciencias más eficazmente” (Campanario y Moya, 1999) Este modo eficaz sugiere plantear nuevas situaciones en el aula que involucren la completa participación del estudiante para aprender ciencia.

Uno de estos modelos propuestos es el constructivismo, el cual es considerado más como una tendencia que como un enfoque basada en los trabajos de Piaget y Vigotskii, en este modelo el estudiante es constructor de sus propios conocimientos con la ayuda del docente, el cual es expositor de un conocimiento ya elaborado.

Entrando en consideración de que el docente es un expositor de un conocimiento ya elaborado, según el modelo anterior, es necesario añadir que el docente también puede participar en una investigación conjunta con sus estudiantes, como un experto quien lo dirige, esta tendencia es una nueva forma de mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y es conocida como el modelo de la investigación dirigida.

### **2.1.5 Metodología de la resolución de problemas como investigación dirigida**

La mayoría de las investigaciones inician a partir de una situación problemática que se desea resolver mediante la aplicación de posibles estrategias que arroje resultados cuantitativos o cualitativos que permitan construir un análisis detallado de la situación a través de métodos estadísticos. Así este tipo de

metodología, está construida sobre la base de la resolución de problemas, los cuales permiten abordar inicialmente un proceso investigativo.

Además del problema, existen otros requisitos que hacen parte de la investigación, tales como objetivos, la identificación de variables, elaboración de hipótesis, entre otros. Ahora, si a los anteriores requisitos le agregamos una guía de algún experto, entonces la metodología se conoce como investigación dirigida, en términos más precisos “la investigación dirigida es una actividad experimental que requiere la participación activa del estudiante y que orienta la búsqueda de una evidencia que permita resolver un problema práctico o contestar un cuestionamiento teórico” (Jiménez, 1992).

La investigación dirigida como una actividad experimental, es orientada por el docente, que es el encargado de hacer que se logren los objetivos a través de la asignación y orientación del trabajo. Este tipo de metodología ha sido ampliada por autores como Gil, Carrascosa, Garret (1994) entre otros que han publicado los resultados obtenidos al emplear esta metodología.

#### **2.1.5.1 Características de la investigación dirigida**

La resolución de problemas en los cuales el profesor orienta y el estudiante asume un papel activo es un evento poco común hoy en día en las aulas. Este tipo de acercamiento a dichas situaciones se ha convertido en algo poco usual para ser tomado como lo más generalizado en educación: el alumno, dirigido por el profesor (Oviedo, p. 257), de hecho la resolución de problemas mediante



investigación dirigida es una propuesta que pretende sintetizar y avanzar en la búsqueda de coherencia entre diferentes aportaciones de la investigación educativa en resolución de problemas e inclusive esta propuesta cuestiona el proceso de resolución de problemas tal y como habitualmente se presenta en el aula (Gil y Martínez–Torregosa; 1983), puesto que las situaciones problemas presentadas en el aula son enseñadas de manera tradicional, las cuales no aportan los elementos necesarios en la formación científica del alumno para enfrentar situaciones reales.

Gil (1993); Martínez–Torregosa (1987); Wheatley (1991), proponen que la investigación dirigida tiene como eje fundamental la resolución de problemas, la inspección e intervención del docente o del experto y la participación activa de los estudiantes en grupo. Es decir, el estudiante o novato puede hacer ciencia solucionando problemas con la orientación del profesor que es considerado el experto y conoce bien el proceso de solución. A continuación se hace una descripción de cada uno de los aspectos fundamentales de este enfoque.

En cuanto a los tipos de problemas, estos deben ser abiertos y cualitativos, con lo cual se garantiza que la resolución no sea un proceso lineal y que el estudiante use algoritmos que permitan una solución directa. Estos problemas pueden ser de lápiz y papel, reales, experiencias de laboratorio, entre otros, “a través de las cuales los alumnos puedan participar en la construcción de los conocimientos” (Gil; 1993).

Por otra parte el docente juega un papel relevante en esa labor orientadora, coherentemente con la naturaleza social, colectiva y orientada del trabajo científico (Gil, 1986), debe de abordar situaciones en un contexto real, con sentido para el estudiante. También los alumnos deben conformar grupos de trabajo, lo cual conlleva a que el docente intervenga mediante un papel orientador sobre cada alumno que va tan solo a replicar investigaciones, es decir, a abordar situaciones nuevas y problemáticas para ellos pero bien conocidas por el profesor, lo que facilita una dirección flexible, sin impedir a los alumnos avanzar sus construcciones tentativas (Gil; 1993).

Autores como Ceberio; Guisasola y Almudí (2008), identifican otras características, tales como:

- El problema planteado debe generar interés en el estudiante, este interés hace referencia a la importancia de la contextualización de las situaciones planteadas mediante la incursión del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S).
- Se debe partir de una situación ambigua a un problema acotado, es decir, se debe realizar un análisis cualitativo de la situación planteada con el fin de clarificar el propósito de la investigación.
- La búsqueda de estrategias como tentativas de solución a partir de lo que se ha construido durante el desarrollo de la investigación como lo es

el carácter hipotético, los planteamientos cualitativos y las estrategias de resolución.

- La consistencia del proceso de resolución: el análisis de resultados, este análisis se realiza orientado según los objetivos, las hipótesis, los instrumentos, las estrategias, entre otros; la realización del análisis es tan importante como el planteamiento y resolución de la situación encaminada a resolver en el proceso investigativo.
- Por último se hace un planteamiento de otros interrogantes como una vía hacia nuevas perspectivas de situaciones a investigar en virtud de que los resultados de la anterior investigación pueden llevar a nuevas situaciones a resolver de mayor complejidad o de situaciones con otras características.

Estas son algunas de las características planteadas sobre la investigación dirigida, estas características son aplicadas comúnmente en muchas investigaciones cuyos resultados han sido de gran importancia para otras investigaciones, siguiente apartado trataremos sobre los procedimientos empleados en la investigación dirigida.

### **2.1.5.2 Procedimientos empleados en la investigación dirigida**

Los procedimientos están comprendidos por varias etapas, distintas investigaciones que se basan en este modelo emplean de distinta manera el modo de proceder en la investigación, aquí mencionaremos algunas etapas.

Autores como Murphy y Gott (1996) citado por Oviedo, Paulo (1996); identifican una serie de etapas comprendidos como se ilustra a continuación:

- ✓ Problema (de definición e identificación) y reformulación (en forma abierta, decidiendo qué se va a medir)
- ✓ Diseño de un experimento (estableciendo condiciones)
- ✓ Desarrollo del experimento (utilizando aparatos, realizando medidas y observaciones)
- ✓ Recolección de datos (en tablas, gráficos, etc.)
- ✓ Interpretación de datos obtenidos y extracción de conclusiones
- ✓ Evaluación (de resultados, métodos)
- ✓ Solución (respuesta)

Algo semejante al proceso relacionado por Oviedo (1994), es enunciado por Gil Pérez y Valdés Castro (1983), el cual hace un énfasis importante en el tema de investigación dirigida.

El número de pasos a seguir son 10, bajo la aclaración de que no constituyen ningún algoritmo a seguir al pie de la letra, sino como un recordatorio que orienta la investigación:

1. Se plantean situaciones problemáticas abiertas con un nivel de dificultad adecuado en problemas precisos.
2. Favorecer la reflexión sobre la relevancia y el posible interés en las situaciones planteados en los estudiantes, en este inciso se consideran las implicaciones de la corriente Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S) para contextualizar los contenidos y hacer de ellos socialmente relevantes.
3. Realizar análisis cualitativos con el fin de revisar las situaciones planteadas, lo cual ayuda a comprender y acotar las situaciones. A lo que se refiere este apartado es de “salir al paso de operativismos ciegos”.
4. Planteamiento de hipótesis haciendo explícitas las conjeturas y preocupaciones del estudiante frente a la situación que se está planteando en la investigación.
5. Elaborar un diseño y planificar la actividad experimental “con objeto de favorecer una visión más correcta de la actividad científico-técnica” en los estudiantes.

6. Realizar un análisis de los resultados obtenidos, con este análisis se debe de hacer una interpretación cualitativa o cuantitativa de la situación y “favorecer, a la luz de los resultados, las necesarias revisiones de los diseños, de las hipótesis o, incluso, del planteamiento del problema”.
7. Plantear posibles perspectivas para nuevas situaciones y contemplar las implicaciones bajo la visión de Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S).
8. Considerar la integración del estudio realizado que servirán de base para la construcción de nuevos conocimientos con las implicaciones en otros campos.
9. Elaborar memorias científicas que “reflejen el trabajo realizado y puedan servir de base para resaltar el papel de la comunicación”
10. Organizar equipos de trabajo con el fin de potenciar la dimensión colectiva del trabajo científico.

Por otro lado, existen autores (Gil y Martínez–Torregrosa, 1983; G. Polya, 1989; Mason–Burton–Stacey, 1989; A. H. Schoenfeld, 1985; y otros) que proponen un conjunto de acciones para estructurar la habilidad para resolver problemas:

- ✓ Analizar el problema.
- ✓ Generar estrategias de trabajo.

- ✓ Valorar las consecuencias de la aplicación de la estrategia.
- ✓ Ejecutar o desarrollar la estrategia seleccionadas.
- ✓ Evaluar los logros.

Implícitamente, este conjunto de acciones son semejantes a los procedimientos para resolver situaciones problema enunciados por Polya (1994), sin embargo es posible tener en cuenta este conjunto de acciones en cuanto al desarrollo de habilidades en la resolución de problemas que motiven el pensamiento reflexivo del estudiante para vencer poco a poco las dificultades.

Estos son el conjunto de procedimientos empleados por Gil y Valdés(1996), tomando como ejemplo ilustrativo la caída de los cuerpos graves, tema que siempre ha sido controversial en materia científica y además ha representado el inicio de las dificultades ostentadas por los estudiantes en el aprendizaje de la física.

#### **2.1.6 Habilidades que se desarrollan y dificultades que se generan en la enseñanza de las ciencias mediante la resolución de problemas.**

La resolución de problemas, eventualmente, provee al estudiante de múltiples capacidades a través de la solución de situaciones que relacionan su capacidad de razonar, analizar y discutir, pero la adquisición de estas habilidades no es gratuita, supone un largo camino que contiene dificultades y tropiezos tanto para el alumno como para el docente que utiliza este modelo.

La habilidad para resolver problemas en alguna área científica supone poseer ciertos conocimientos en el momento de enfrentarse a la situación, es un proceso que implica la realización de una secuencia o serie de acciones para la obtención de una respuesta adecuada a una dificultad con intención de resolver (Mazarío, 2005), estas afirmaciones se pueden asociar de modo indirecto con la definición de la palabra problema y vemos que la habilidad es asociada con la resolución de una situación que posee alguna dificultad.

De hecho podemos considerar la resolución de problemas como una habilidad cuyo objetivo o propósito es generar en el estudiante las capacidades cognitivas para vencer las dificultades que se generan durante su resolución.

## **2.2 CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (C. T. S)**

### **2.2.1 Antecedentes: La ciencia, la técnica y la tecnología son precursores de nuevos enfoques en la educación**

La creciente necesidad de renovar la calidad educativa y sus estructura en los currículos ha llevado a sugerir un nuevo modelo que incorpore otros aspectos relacionados con la ciencia, estos aspectos son la tecnología y su incidencia en la sociedad, de hecho la introducción de la tecnología en los currículos diseñados por la reformas educativas que han tenido lugar en los últimos quince años, parece indicar una superación de ese primer escollo conceptual



(Gordillo, Mariano y González, Juan Carlos; 2002) referente a la ciencia y la tecnología como disciplinas diferentes una de las otras.

En el momento las culturas de muchos países están siendo marcados por los avances tecnológicos mejorados por los nuevos descubrimientos y la técnica, pues hoy parece que vivimos más en el marco de una cultura tecnológica que en el de una cultura científica (Acevedo; 1997), es evidente que la sociedad depende cada vez de las nuevas formas de la tecnología: tales como los celulares, los medios de comunicación, el correo electrónico, el video Chat; los medios masivos de transporte como los automóviles, la aviación que son cada vez más sofisticados y eficientes en materia temporal para recorrer largas distancias, entre otros como los son las computadores y la Internet por mencionar sólo algunos.

Estos son algunos aspectos que ha llevado a reflexionar sobre la poca importancia que se le ha prestado a la relación que siempre ha existido entre Ciencia y Tecnología. Históricamente se ha valorado más los aspectos científicos que tecnológicos, siendo este último un elemento inconexo y poco práctico para la ciencia, estos hechos también son visibles en las culturas del pasado, se remonta a la ciencia de la Grecia clásica reforzando la tesis de que ciencia y tecnología no se relacionan con autores como Platón y Aristóteles.

Para Platón las disciplinas más valiosas en la educación de quienes debían regir los destinos de la comunidad eran las más alejadas de lo experimental, de lo observable y de lo opinable, por lo tanto, vemos que Platón fue precursor de

una tradición intelectualista que ha despreciado lo práctico y ha defendido el predominio de lo teórico y lo académico en la educación (Gordillo, Mariano y otros; 2002) dejando de lado la importancia de la técnica y sus implicaciones en la comprobación de los supuestos teóricos.

Por su lado, Aristóteles, discípulo predilecto de Platón, considera que el conocimiento científico era deseable por sí mismo, mientras que la técnica era solo un medio para satisfacer las necesidades humanas (Acevedo, 2006) necesidades continuamente cambiantes cuyas prioridades difieren en cuanto al deseo por el conocimiento científico.

Sin embargo, estas perspectivas sobre el conocimiento científico y su importancia en relación con la tecnología no ha cambiado mucho, existen variadas formas en que las personas perciben la ciencia como de mayor estatus que la tecnología, se reconoce que durante milenios la técnica no requirió de la ciencia, pues su desarrollo se basaba sobre todo en la experiencia práctica acumulada, pero como contrapartida, también es cierto que desde el siglo XIX comenzó a apoyarse en ella y que dicho apoyo ha continuado creciendo hasta nuestros días (Valdés, Pablo; Valdés, Rolando; Guisasola, Jenaro; Santos, Teresa; 2002), en efecto, desde el renacimiento hasta nuestros días se han construido numerosos instrumentos para hacer ciencia y comprobar hipótesis que soportan las teorías y supuestos científicos.

Ese ha sido el papel visible que se le ha dado a la tecnología: la construcción de instrumentos que facilitan la comprobación de teorías científicas y la

aplicación de la misma, ejemplos de ello han sido el telescopio, las lentes para estudiar los fenómenos de la luz, las palancas y las máquinas simples, algo más actual conocido con el nombre de macrociencia (Acevedo, 2006), en donde la tecnología es un elemento de utilidad fundamental para hacer ciencia mediante proyectos como la construcción del Hubble de la Nasa (National Aeronautics and Space administration) con la participación de la ESA (European Agency Space), los correspondientes a la construcción de los gigantescos aceleradores de partículas europeos del CERN (Centre European de Recherches Nucleaires), entre otros.

Como vemos, con el tiempo se hace cada vez más difícil separar la ciencia de la tecnología, ya no se puede trazar una separación neta entre ciencia y tecnología: desde la revolución industrial los tecnólogos han incorporado de forma creciente las estrategias de la investigación científica para producir y mejorar sus productos (Maiztegui, Alberto y otros; 2002), lo cual está llevando a cambiar poco a poco, la idea, muy arraigada, acerca de que la tecnología es la simple aplicación de la ciencia.

Este modo de pensar ha llevado a suponer 5 modelos sobre las relaciones entre ciencia y tecnología (Niiniluoto, 1997 y Acevedo, 2006), estos son:

- Independencia ontológica y causal entre ciencia y tecnología. Este modelo consiste en ocuparse de una ciencia teórica sin una técnica empírica, ambas eran ontogénicas y causalmente independientes.

- Independencia ontológica e interacción causal entre ciencia y tecnología. Establece que la ciencia y la tecnología son dos entidades interdependientes, para explicar esta interdependencia se recurre a diversos ejemplos de innovaciones tecnológicas basadas en la ciencia: los desarrollo de las industrias electromagnéticas y los tintes durante el último tercio del XIX, el de la ingeniería nuclear con fines militares y civiles para la producción de energía eléctrica en el XX y las aplicaciones médicas e industriales de la biología molecular y la ingeniería genética.
- La tecnología depende antológicamente de la ciencia. Este modelo considera la generalizada tendencia de considerar la tecnología como ciencia aplicada. Esta afirmación equivale a proclamar que el desarrollo tecnológico depende jerárquicamente de la investigación científica; esto es, que el conocimiento práctico se subordina al teórico (Sanmartín, 1990).
- La ciencia depende antológicamente de la tecnología. Este punto de vista es opuesto al anterior y subyace bajo la aseveración acerca de que la técnica precedió históricamente a la ciencia. Es una versión instrumentalista de la ciencia defendida por Ihde (1983) y es de corte materialista. Consecuencias de esta tendencia fue el desarrollo de la termodinámica basado en las reflexiones sobre la máquina de vapor y la química orgánica industrial para los tintes, eventos ocurridos durante el siglo XVIII y XIX.

- Identidad ontológica entre ciencia y tecnología: tecnociencia. Sobre la tecnociencia se sabe que surge en el último cuarto del siglo XX por evolución de precursora la macrociencia (Acevedo, 2002). Esta modalidad ha transformado profundamente la estructura de la práctica científico–tecnológica en todas sus dimensiones y también ha incorporado nuevos valores a la actividad científica (Ziman, 1984) y la sociedad.

Estos son algunos de los modelos entorno a la relación Ciencia y Tecnología. Ahora, sin duda, nuestra época está reclamando una nueva visión de educación científica, y parte esencial de ella es la comprensión de la unidad que existe entre las actividades científicas y tecnológicas (Valdés, Valdés y Macedo, 2001) dejando de lado la común posición cuál es aplicación de la ciencia con la tecnología (Gadner, 1994), la imagen de tecnología como ciencia aplicada es muy común en los currículos y libros habituales de ciencia.

Por otro lado es conveniente añadir que en la actualidad las relaciones ciencia–tecnología constituye una interacción que se traduce en influencia mutua (Maiztegui y otros, 2002), esa influencia se le ha dado el nombre de alfabetización científica, la cual es uno de los elementos que subyace el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S) ampliados a continuación.

### **2.2.2 El modelo de la tecnociencia: Alfabetización científica**

En el apartado anterior se mencionó aspectos históricos de la ciencia y su relación con la tecnología considerando su incidencia en la necesidad de construir nuevos enfoques que favorezcan la enseñanza en la que se establezca una relación dual ciencia–tecnología, no obstante, en estos modelos no se considera la importancia de capacitar a los estudiantes como ciudadanos capaces de enfrentar los retos que presupone un mundo cada vez más tecnológico.

Esta y otras finalidades lleva a muchos educadores a reflexionar sobre la enseñanza de las ciencias, clarificar sus propósitos y hacer del conocimiento científico una disciplina más interesante para los educandos. En el momento existen diversos puntos de vista acerca de para qué es relevante la ciencia escolar, que se corresponden con distintas finalidades de la enseñanza de las ciencias, algunas de las cuales tiene que ver con la idea más general de educación científica para la ciudadanía y de modo particular la alfabetización científica (Acevedo, 2004).

La alfabetización científica en el currículo de la ciencia tiene sus orígenes después de la segunda guerra mundial, durante la difícil crisis del conflicto nuclear y el dominio del espacio exterior entre la ya desintegrada Unión Soviética y los Estados Unidos denominada Guerra Fría, pero procede sobre todo de los Estados Unidos como respuesta a la preocupación por el

sentimiento de inferioridad científica y tecnológica que suscitó la Unión Soviética al colocar en órbita su primer satélite Sputnik el año de 1957 y las consiguientes repercusiones políticas, militares y sociales de este acontecimiento (Acevedo, 2004), la preocupación por el desarrollo tecnocientífico creció y se multiplicó en los sesenta, bajo la tensión internacional por la carrera armamentista y bajo el creciente deterioro del medio ambiente (Waks y Rostum, 1990), en este sentido, se inicia así la formación de los valores en la enseñanza de la tecnociencia.

Las nociones sobre la alfabetización científica son variadas y existe poco acuerdo entre ellas, es considerada como una utopía en virtud de que podría ser una meta inalcanzable al tratar de extender la alfabetización científica a todas las personas, estipula cambiar el estilo de la enseñanza escolar, es decir que no sea la universidad la única en enseñar temas de interés científico e investigativo, sino también que se haga desde la escuela según las necesidades del contexto.

El propósito de este nuevo enfoque es alfabetizar a todos los ciudadanos y ciudadanas no sólo para comprender el mundo colmado de productos tecnológicos en que vivimos, sino para analizarlo críticamente y tomar dediciones, así como para participar en innovaciones que den respuestas a las necesidades y demandas de nuestras sociedades (Valdés, Valdés y Guisasola, 2002), es decir, un enfoque más incluyente y humano que contribuya a las nuevas situaciones del entorno que lo rodea con su participación activa.

Para lograr las finalidades que propone la alfabetización científica, se busca una enseñanza de las ciencias orientada por las ideas del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S), ampliado a continuación.

### **2.2.3 El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S) en la enseñanza de las ciencias**

Debido a las nuevas necesidades que se han evidenciado con los avances tecnológicos y su influencia en el modo de vivir de los humanos, en los últimos años se vienen reclamando insistentemente una educación científica con una orientación más humanistas (Acevedo, 2004; Aikenhead, 2003 y Snow, 1964). Esta comprensión de la ciencia por la ciudadanía tiene principalmente el propósito de que las personas puedan participar democráticamente en la evaluación y la toma de decisiones sobre asuntos de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología (Acevedo, 2004), hacer de la educación científica un tema de interés para todos y todas.

De hecho el movimiento C. T. S propone una alfabetización científica en las personas a través de una ciudadanía que no sólo conozca el funcionamiento de determinado artefacto tecnocientífico, sino el funcionamiento de la propia tecnociencia en su relación con la sociedad (Martín y González, 2002), una ciudadanía más preparada para afrontar los nuevos retos que presupone los avances tecnocientíficos.



El movimiento C. T. S corresponde, en palabras textuales de Osorio, C (2002), al nombre que se le ha venido dando a una línea de trabajo académico e investigativo, que tiene por objeto preguntarse por la naturaleza social del conocimiento científico–tecnológico y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos, sociales, ambientales y culturales de las sociedad. Los campos en los que se ha concentrado el movimiento C. T. S han sido (González, 1996; Waks, 1990):

- En el de la investigación, promoviendo una visión socialmente contextualizada de la ciencia y la tecnología.
- En el de las políticas de ciencia y tecnología, defendiendo la participación pública en la toma de decisiones de política y de gestión científico–técnica.
- En el educativo, tanto en la educación secundaria como universitaria, contribuyendo con una nueva y más amplia percepción de la ciencia y tecnología con el propósito de formar una ciudadanía alfabetizada científica y tecnológicamente.

Entre los objetivos que se proponen en el movimiento C. T. S encontramos, principalmente, el de contextualizar los conocimientos impartidos en el aula de clases, para ello se deben generar espacios en los que los estudiantes puedan relacionar los aspectos teóricos con la actividad investigativa y su contexto social (Corchuelo, Miguel y Catebiel, Verónica; 2005).

La investigación es otro de los objetivos en el interior del movimiento con el fin de modificar el modo tradicional de la enseñanza de las ciencias, puesto que, hasta ahora, la mayoría de las clases se desarrollan en las aulas y se dan interacciones entre maestros, estudiantes e información, que pueden llegar a ser considerados como conocimiento (Corchuelo, Miguel y Catebiel, Verónica; 2005), pero esta interacción no deja de ser más que un conocimiento elaborado y sin sentido para el alumnado, el cual puede ser ampliado a través de estrategias de investigación.

El propósito central, vinculado a los objetivos mencionados atrás, es de conectar la ciencia escolar con el mundo real, impulsando a explorar la potencialidad de la tecnología para la enseñanza en general (Hill, 1998; Cajas, 1999; Vázquez, 2001) como punto de saberes de muy distinta naturaleza, pero que se relacionan entre sí para resolver problemas concretos de la vida real, por ello se insiste en que la alfabetización tecnológica constituye un imperativo para el siglo XXI (Miztegui, 2002), no obstante, lograr estos objetivos supone una transformación curricular, en el caso del presente trabajo, es un imperativo hablar sobre Física, Tecnología y Sociedad.

#### **2.2.4 Física, Tecnología y Sociedad**

En este apartado también se mencionan los aspectos sobre el C. T. S pero desde los referentes curriculares que hacen posible el acercamiento de la alfabetización científica en la educación y sus aportes a la construcción curricular a una asignatura de ciencias.

El área de la Física es una de las asignaturas que debe tratarse con un lenguaje técnico, específico para evitar confusiones en el momento estudiarla, sin embargo las aplicaciones que tiene el área en la vida real hacen posible la contextualización del conocimiento en el momento de enseñarla, para lograr esta relación se propone que se le haga un añadido temático tipo C. T. S, denominado por Osorio (2002) *Injertos C. T. S* al área asignada, el cual debería tener siempre que revisar la naturaleza de la ciencia y sus implicaciones con la tecnología y la sociedad, así como el papel de los científicos y de los ciudadanos en las decisiones relacionadas con el desarrollo científico.

En la actualidad, la enseñanza de las ciencias se sigue basando en el modelo por transmisión y recepción de contenidos en el que el profesor pasa mucho tiempo en la exposición del saber, lo que limita la participación del alumno. Para transformar esta situación se propone la situaciones problémicas mediante la investigación dirigida como punto de partida para la participación investigativa en los estudiantes y evitar así la apatía de los estudiante hacia el conocimiento, haciendo que el problema a estudiar, expresado en una pregunta provocativa, determina pautas para una construcción curricular que, a manera de hipótesis, permitirá la construcción conceptual y actitudinal en torno a la problemática analizado (Corchuelo y Catebiel; 2005); de esta manera la física ya no sería un área complicada ya asociada a las matemáticas, sino un área que relaciona el saber específico tomado de un contexto real.

La Física es una materia obligatoria en la educación media, pero su enseñanza, así como las demás áreas de las ciencias exactas, presenta dificultades cuando se habla de su aprendizaje, estas dificultades se han evidenciado en el generalizado fracaso escolar y en un pensamiento negativo hacia la ciencia, la discusión de esta cuestión es importante y se puede hacer referencia a toda una serie de posibles causas sobre la actitud de desinterés de los estudiantes hacia las ciencias, lo cual permite comprender la necesidad de introducir las interacciones C. T. S en su enseñanza (González, Mazario; 2001).

Entre los factores internos que hacen parte de la actitud negativa de los estudiantes hacia la ciencia, se encuentran:

- ✓ El clima del aula y del centro.
- ✓ El tipo de enseñanza
- ✓ La actitud y expectativas del profesorado hacia el éxito de los alumnos

Así que la inclusión de las interacciones C. T. S en la enseñanza de las ciencias aumenta el interés en los estudiantes hacia la ciencia y su estudio, sanando los aspectos del C. T. S, como herramienta que contextualiza la enseñanza de las ciencias.

Por lo tanto y por todo lo anteriormente expuesto, se hace necesario la inclusión de los programas de C. T. S en los currículos de los diferentes niveles

de enseñanza, para contribuir de esta manera no sólo a mejorar la actitud y el interés hacia la ciencia y su aprendizaje, sino también va a permitir aprender más ciencia y saber más sobre ella, al mostrar una imagen más completa y contextualizada de esta disciplina (González; 2001).

## **2.3. ONDAS**

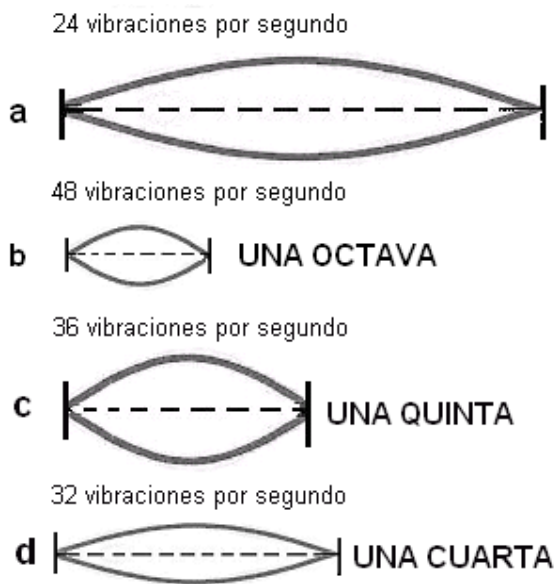
Los fenómenos ondulatorios son una parte esencial de la física para explicar ciertas situaciones que se observan en la vida diaria tales como el reflejo de la luz en el espejo, la emisión de sonidos a través de la radio, las cadenas de televisión, los microondas utilizados en la cocina de nuestros hogares, los radares para localizar aviones, entre otras aplicaciones, los cuales no dejan de ser más que eventos comunes sin ningún tipo de misterio para los estudiantes.

Esta parte de la física que se encarga de estudiar las vibraciones de las partículas generada por una fuente en un medio determinado es enseñado en la educación básica y media de un modo superficial bajo la excusa de ausencia del tiempo que se dispone para este tipo de temas en el aula, esto ha generado una serie de obstáculos que ha dificultado su aprendizaje y la reiterada desmotivación frente a los temas de la física.

### **2.3.1 Antecedentes históricos sobre los fenómenos ondulatorios.**

No existe una fuente confiable que nos diga exactamente cuál ha sido el origen del estudio de los fenómenos ondulatorios, no obstante el primer registro que se ha obtenido en el interior de este tema data de los griegos, específicamente

de la escuela pitagórica y es conocido con el nombre de la “*la ley pitagórica de las cuerdas*”. Pitágoras, al cual se le considera fundador de la ciencia que hoy llamamos acústica, convencido de que la naturaleza está gobernada por los números, investigó la relación que hay entre combinaciones armónicas del sonido y las longitudes de las cuerdas.



Para lograr este cometido empleó una sola cuerda cuya longitud se puede variar y someterla a diferentes tensiones producidas por un peso suspendido en su extremo. Al hacer esto encontró que la razón de la longitud 2:1 corresponde a lo que hoy llamamos “octava” (véase la figura 1), la razón 3:2 a una “quinta”, la razón 4:3 a una cuarta.

Fig. 1 Ley pitagórica de las cuerdas

Lo interesante de esto no es solo el hecho de variar la longitud de la cuerda e inferir a partir de ello las relaciones enunciadas, sino que este descubrimiento fue probablemente la primera formulación de una ley física e inclusive también sea la primera formulación de la moderna terminología conocida hoy en las ondas tal y como es la frecuencia, la cual no se definió como el número de vibraciones por segundo, sino como inversamente proporcional a su longitud, de ahí que la proporción de las frecuencias en la figura 1 está asociada a su tamaño.

La historia de la física del sonido está relacionada inevitablemente con la teoría ondulatoria debido a que el sonido se estudia como una perturbación de las partículas del medio y es clasificado como una onda longitudinal.

Los antiguos ya conocían que el sonido se propagaba en el aire y fue Aristóteles quien “indicó que el movimiento del aire se genera por una fuente, moviéndose hacia adelante para que las ondas sonoras inalteradas se propaguen hasta donde la perturbación en el aire sea sostenible” además “creía que los sonidos de distintos tonos tiene velocidades diferentes” lo cual es una de las tantas ideas erróneas de la física Aristotélica.

Esta idea Aristóteles fue desmentida por Gassendi, quien, en 1624, hizo una determinación de la velocidad del sonido, demostrando que los sonidos agudos y los graves se propagan con igual velocidad.

Años después se empezó a descubrir otros aspectos del sonido que ahora hacen parte de lo que se conoce como cualidades, el primero en relacionar el tono con la frecuencia del sonido fue Galileo a demás de su medición de la velocidad del sonido, él demostró que la frecuencia de ondas sonoras determina el tono y para demostrarlo se valió de un método rudimentario que consiste en el “raspado de un cincel en un plato de latón produciendo un chillido. Galileo relacionó el espacio de las ranuras inducido por el cincel al tono del chillido”.

En el año de 1640, Marin Mersenne se hace la primera medición de la velocidad del sonido con un error menor del 10% mediante la medida del retorno de un eco, luego en el año de 1660 Robert Boyle proporcionó evidencia de que el aire es necesario, ya sea para la producción o para la transmisión del sonido.

No obstante, no existían aspectos que fundamentaran la física del sonido, debido a que la teoría ondulatoria de Newton apareció en 1686 en sus "Principia", allí "postuló la interpretación del sonido como pulsos de presión transmitidos a través de partículas fluidas vecinas".

Los aportes y descubrimientos de Newton aportaron significativamente al progreso de la física del sonido, lo cual fue un claro indicio para el continuo desarrollo de la física del sonido durante XIX y XX, "la invención de dispositivos como el micrófono, el fonógrafo y el teléfono fue muy útil en el estudio del sonido, la grabación y reproducción de sonido de alta definición" son algunos de los más recientes adelantos en esta materia.

### **2.3.2 Definición de onda y tipos de ondas**

En el interior del tema de ondas existe una clasificación que permite diferenciarlas de acuerdo a sus propiedades, pero antes de ello es necesario mencionar aquí la definición de onda desde el punto de vista mecánico.



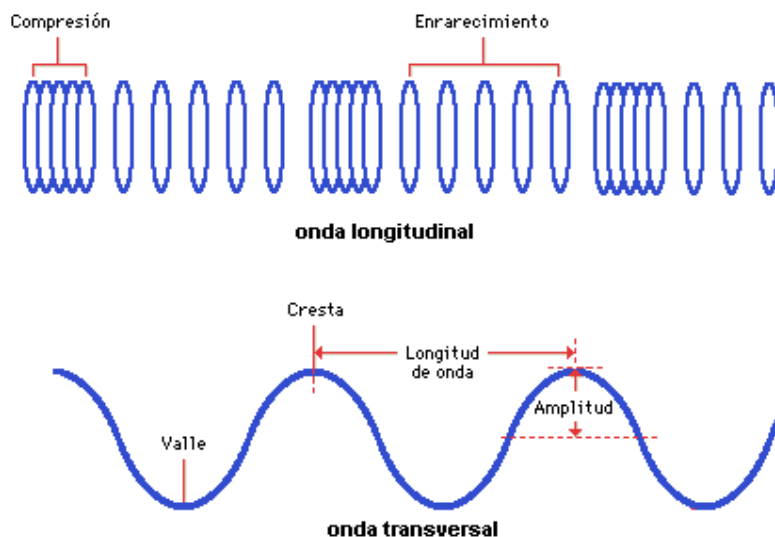
Según Serway (1990), una onda se define como: *“Una onda puede considerarse como la representación del movimiento de una perturbación”*

Otros autores como Michel Valero (1999), se refieren a una onda como *“... un transporte de energía”*

De acuerdo a estas definiciones podemos establecer que una onda es *la representación del movimiento de una perturbación que transporta energía* y se clasifican en longitudinales y transversales según la dirección del movimiento de la onda.

Según lo anterior, en una onda longitudinal “las partículas del medio experimentan desplazamientos en una dirección paralela a la dirección del movimiento ondulatorio” (Serway; 1990), tal y como se ilustra en la figura 2.1

En una onda transversal “las partículas del medio perturbado se mueven perpendicularmente a la velocidad de la onda” (Serway; 1990).



**Figura 2.1: Onda longitudinal y transversal**

En el tema de sonido, tema empleado para la construcción de la estrategia e instrumentos, se aborda el tema de ondas debido a que el sonido es una onda longitudinal que resulta del medio perturbado y por lo tanto es importante tratar antes los fenómenos ondulatorios.

### **2.3.3 Dificultades en los estudiantes sobre los fenómenos ondulatorios**

En el ámbito de los eventos ondulatorios, las ondas sonoras y sus fenómenos asociados, tales como la reflexión, refracción, difracción e interferencia convergen en ciertas historias que mencionan cómo fue el descubrimiento de su representación, ecuaciones o de su concepto físico. Una de esas historias muy comunes y generalmente dicha en el aula para tratar de explicar de modo ilustrativo la formación de una onda es la de lanzar una piedra a un estanque, en aquel estanque se observaba la perturbación que se genera debido al contacto del cuerpo masivo con el fluido del estanque al ser lanzado.

En la educación es frecuente encontrar dificultades en los estudiantes relacionados con el estudio de los temas de la física que intervienen en el aprendizaje de los estudiantes, dichas dificultades pueden ser generadas por el profesor, los libros de texto o por los propios estudiantes en sus concepciones.

En el aprendizaje de la física de ondas, las preconcepciones de los alumnos al abordar los fenómenos físicos, las ideas previas en algunas situaciones se convierten en obstáculos que limitan el aprendizaje, desde esta perspectiva es necesario que los docentes adoptemos una actitud vigilante y activa para que

nuestros estudiantes no reemplacen las ideas científicas por las comunes (Wolti, 2002).

Entre las mayores dificultades de los estudiantes consiste en establecer relaciones entre las variables del tema en estudio, esto es debido a su incapacidad para considerar simultáneamente más de dos magnitudes físicas. Lo cual indica que sólo establecen dependencias funcionales entre dos magnitudes físicas (Maurines, 1992), como ejemplo tomemos el caso de la velocidad de propagación de una onda simulada en una cuerda sujeta en uno de los extremos, los estudiantes creen que la velocidad sólo depende de la fuerza aplicada en el extremo y no del medio en el que se propaga la onda, vemos aquí que solo se considera una sola variable y la otra parece no incidir en la velocidad.

La falta de elementos matemáticos en el momento de realizar los cálculos apropiados parece ser otra de las dificultades, lo cual es evidencia de la generalizada tendencia a aprender de memoria los conceptos y las definiciones.

En cuanto a los libros de texto, los enunciados proporcionan parte de la información necesaria para resolver un problema. Sin embargo, los estudiantes suelen tener dificultades para su correcta interpretación sea del enunciado o de los conceptos físicos que éste posee. Inclusive se observa, que muchos de los estudiantes que intentan resolver un problema dirigen sus esfuerzos no más que a encontrar la fórmula que contiene los datos que se proporcionan en el enunciado de la situación para alcanzar su solución, hecho que se manifiesta

como una orientación hacia el continuo aprendizaje mecanicista que se imparte actualmente en el aula.

Estas experiencias nos indica que los profesores debemos adaptar los contenidos educativos en el área de la física como una propuesta innovadora que motive y, además, le dé un nuevo sentido a su enseñanza mediante la personalización de dichos contenidos a través de las relaciones C. T. S, su forma personal de enseñar y a las características de sus alumnos.

Para implementar esta personalización como estrategia en el área de la física para la enseñanza del concepto de sonido es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ¿A quienes va dirigido?
- Entender la materia o el tema que se va a enseñar
- Seleccionar los recursos
- Aprender a usar las herramientas para hacer estos recursos  
documentos digitales
- Aprender a usar estos recursos en el ámbito educativo.

La aplicación práctica de las relaciones C. T. S supone que el profesor guía y facilita las actividades de aprendizaje del alumno, tanto de las que se realizan en el aula, como fuera de ella, lo cual conlleva asumir al estudiante como un sujeto que investiga y reflexiona sobre su propio aprendizaje en materia científica. La implementación de este tipo de estrategias en el aula ayuda no sólo con el aprendizaje del estudiante sino también en su capacidad de interpretativa en la consulta de las partes que no conoce bien acerca de las temáticas tratadas debido a que la mayor parte de los estudiantes no están

acostumbrados a un trabajo planificado, dirigido por el docente, pero más que ello, dirigido por el propio aprendizaje de ellos mismos, sino que están acostumbrados a preparar el tema socializado del área cuando hay un examen en cuestión.

La historia y su vinculación con su importancia práctica es un elemento olvidado en el aula de clases, no se explica cómo surge la necesidad de construir el concepto físico de onda, en qué momento se hicieron las primeras transmisiones de radio, entre otras acciones que modificaron la vida de las personas con el surgimiento de los electrodomésticos que trabajan en base a este fenómeno físico, por lo tanto se resalta aquí la necesidad de incorporar el movimiento C. T. S en el área de la física a través de estrategias de enseñanza que cambien el modo de aprender

Dada la creciente preocupación que se ha manifestado y en las investigaciones previas sobre la enseñanza–aprendizaje de las ondas algunos autores han observado complicaciones en el aprendizaje sobre la propagación de las ondas (Maurines, 1992; Fernández et al., 1993), con la física de las ondas sonoras (Linder y Ericsson, 1989; Linder, 1993) y con la descripción matemática de las ondas y su superposición (Grayson, 1996; Wittmann, 1998), mientras que otros autores (Utges y Paca, 1998; Utges, 1999) sistematizan las principales dificultades en el aprendizaje del tema ondas y sonido que tienen los estudiantes (Wolti, 2002) como sigue:

- Los estudiantes utilizan muy poco y de manera errónea el termino fenómeno ondulatorio.

- No conocen la diferencia entre conceptos como tono, timbre e intensidad
- No asocian velocidad y propagación de los fenómenos ondulatorios.
- No se conciben los fenómenos ondulatorios en términos de interacciones entre los medios en que se propaga el sonido.
- Interpretación del sonido como una perturbación de las partículas del medio material.
- Dificultad para asumir los conceptos básicos del tema de ondas y del sonido.

Estas son algunas de las dificultades más pronunciadas en el tema de ondas, sin embargo, hasta ahora se ha hecho muy poco para corregir las dificultades en torno al tema, por lo tanto se propone una unidad didáctica basada en la resolución de problemas y la investigación dirigida en el tema de ondas para superar dichas dificultades.

Es importante agregar que de acuerdo con los estándares básicos de física, las temáticas enseñadas en el área de la física en el bachillerato son de manera obligatoria.

# CAPÍTULO 3

# DISEÑO METODOLÓGICO

## **CAPITULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.1 Etapas de la investigación**

Las etapas de la investigación aquí presentadas son 7 explicadas a continuación:

1. Construcción de un marco teórico que articule la resolución de problemas, Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y ondas sonoras.
2. Diseño de una estrategia didáctica basada en resolución de problemas, la relaciones CTS y la investigación dirigida.
3. Elaboración de un instrumento válido y confiable para evaluar el aprendizaje conceptual de los estudiantes sobre ondas sonoras.
4. Aplicación al grupo experimental de la estrategia didáctica basada resolución de problemas orientados desde las relaciones CTS y la investigación dirigida.



5. Aplicación del test al grupo control y al grupo experimental para evaluar el aprendizaje de los conceptos sobre ondas sonoras y la capacidad para resolver problemas mediante la investigación dirigida.
6. Recolección y análisis de los datos obtenidos en la prueba aplicada al grupo control y experimental.
7. Elaboración del informe de investigación donde estén incluidos los siguientes tópicos: adelantos teóricos sobre resolución de problemas; una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas desde las relaciones CTS y la investigación dirigida; el instrumento diseñado para evaluar el aprendizaje sonido; los resultados obtenidos sobre la influencia que tiene la estrategia didáctica aplicada al grupo experimental sobre el aprendizaje conceptual del tema explicado desde la resolución de problemas, además, de las conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis e interpretación de los resultados.

### **3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación es un estudio cuasi experimental con un grupo experimental, un grupo control y una post prueba aplicada a ambos grupos. Dicho estudio es cuasi experimental debido a que el investigador manipula de manera intencional la variable independiente, en este caso el modelo de enseñanza y luego mide el efecto que dicha variable tiene sobre las variables dependientes, en este caso el aprendizaje conceptual y las capacidades para resolver problemas.

El análisis de los datos se hace mediante métodos estadísticos, se comparan las medias entre los grupos mediante el estadígrafo  $t$  – Student, que permite analizar si hay o no diferencia entre los dos grupos.

### **3.3 Población y Muestra**

La población de esta investigación está conformada por estudiantes de grado undécimo. La muestra se representa por dos grupos de grado undécimo de la Institución Educativa Cristóbal Colón ubicada en el sector de Santa Mónica. Para entender mejor los aspectos de la muestra seleccionada, se hará una descripción de la institución de la cual se ha escogido la muestra.

La Institución Educativa Cristóbal Colón es de carácter público, sus estudiantes son de estrato socioeconómico uno, dos y tres, está ubicada en la zona urbana del municipio de Medellín, (Antioquia- Colombia), en el sector de Santa Mónica de la comuna 13. Dicha institución cuenta con aproximadamente 1458 estudiantes distribuidos en 34 grupos distribuidos desde el grado preescolar hasta el grado undécimo. 19 grupos están formados por estudiantes de secundaria, y los 15 grupos restantes son estudiantes de preescolar y primaria. La institución cuenta con dos jornadas académicas. La primera jornada está comprendida entre las 7 am y las 12 del medio día. La segunda jornada va desde las 12:30 a las 6:30 pm. La primaria está ubicada en la primera jornada. En la segunda jornada los grados sexto a once. La institución cuenta con dos grupos de grado undécimo.

Algunas de las características de la muestra escogida son: los dos grupos escogidos no tienen modalidades especiales o extracurriculares, tanto el grupo control como el grupo experimental están conformados por 41 estudiantes, los dos grupos tienen una intensidad horaria de física de cuatro horas semanales. En el grupo control el 43,90% de los estudiantes ha perdido algún periodo de física durante el año lectivo y en el grupo experimental el 51,21% ha perdido algún periodo de física durante el año lectivo. En el grupo control el 43,91% de los estudiantes son de género masculino y el resto de género femenino, en el grupo experimental el 53,65% de los estudiantes son de género masculino y el resto de género femenino. En cuanto al estrato socioeconómico, los estudiantes de ambos grupos pertenecen a estratos socioeconómicos uno, dos, en su mayoría, y tres. Tanto los estudiantes del grupo control como los del grupo experimental tienen edades comprendidas entre 17 y 19 años.

### **3.4 VARIABLES A ESTUDIAR**

Cuando se realiza un estudio cuasi-experimental se presenta dos tipos de variables, una es la variable independiente y la otra es la variable dependiente que se describirán a continuación.

#### **3.4.1 Variable independiente**

La variable independiente es la metodología de enseñanza que el profesor emplea. Dicha variable tiene dos valores. Uno de esos valores es la metodología de enseñanza tradicional que se le aplica al grupo control y el

otro valor es la estrategia de enseñanza basada en la resolución de problemas como investigación dirigida, que se le aplica al grupo experimental.

### 3.4.2 Variable dependiente

La variable dependiente es el aprendizaje de los conceptos básicos sobre sonido. Cada una de las variables dependientes está conformada por varios factores. Al mismo tiempo, cada factor es operado a través de un indicador. A continuación se presenta una descripción acerca de cada variable observada, con sus respectivos factores e indicadores.

Factor	Indicadores
Comprensión del concepto de sonido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender el concepto de sonido como una perturbación de las partículas del medio. (Pregunta 1)</li> <li>• Comprender cuáles son los medios de propagación del sonido. (Pregunta 2).</li> </ul>
Condiciones que intervienen en la velocidad de la propagación del sonido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender que el sonido es una onda longitudinal que se propaga y su velocidad depende del medio en el que se propaga. (Pregunta 5)</li> </ul>
Comprensión de las cualidades del sonido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender el tono como un modo para distinguir los sonidos. (Pregunta 4)</li> <li>• Comprender la intensidad del sonido y su relación con la frecuencia. (Pregunta 3)</li> <li>• Diferenciar las cualidades del sonido (Pregunta 7)</li> <li>• Comprender sobre qué factores depende las cualidades</li> </ul>

	del sonido. (Pregunta 8)
Comprensión de los fenómenos sonoros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la difracción como la propiedad que tiene el sonido para curvarse. (Pregunta 9)</li> <li>• Comprender la refracción como la propiedad que tiene el sonido para bordear los obstáculos. (Pregunta 10)</li> </ul>

**Factor:** Comprensión del concepto de sonido.

El concepto de sonido está asociado con la perturbación de las partículas de un medio elástico y se define como “un movimiento vibratorio, producido por cuerpos en movimiento” (Valero, Michel; 1999). Este concepto de manera general no se emplea cuando tratamos temas asociados al sonido en el lenguaje corriente, lo cual es interpretado como concepciones alternativas de los estudiantes, concepciones que siempre son empleadas por el estudiante para entender el concepto desde su perspectiva y sin tener que aclarar el concepto científico. Por lo tanto para evaluar este concepto es necesario asumir el lenguaje científico del tema de sonido.

**Factor:** Condiciones que intervienen en la velocidad de la propagación del sonido.

Para estudiar el concepto de velocidad del sonido es necesario tener en cuenta características de los medios tales como la temperatura, la densidad, entre otras y aclarar la importancia del medio como condición para que se

propague el sonido. Por ello para medir este factor se proponen situaciones contextualizadas que dan cuenta de estas condiciones.

**Factor:** Comprensión de las cualidades del sonido.

Las cualidades del sonido son en esencia cuatro (4), estas son: Intensidad, nivel de intensidad, tono y timbre. La intensidad se define como “la energía transportada en una onda por unidad de tiempo y de superficie” (Valero; 1999); el nivel de intensidad como una medida de la intensidad y se manifiesta como volumen o sonoridad; el tono y el timbre se definen de acuerdo a su frecuencia y armónicos.

Para el estudio de estas cualidades se han tenido en cuenta otros factores como frecuencia, longitud de onda, entre otros y cada una de las cualidades tiene aspectos que pueden llevar a diferenciarlas de las otras, así que para estudiar los resultados que arroje este factor emplearé problemas abiertos que se relacionen con estos conceptos.

**Factor:** Comprensión de los fenómenos sonoros.

Los fenómenos sonoros se hacen aún más explícitos cuando son relacionados con los fenómenos ondulatorios, debido a que el sonido se comporta como onda por lo tanto es posible asociar los fenómenos ondulatorios de reflexión, refracción, difracción e interferencia con el sonido y para medir este factor es importante tener en cuenta no sólo el concepto sino también situaciones prácticas que ilustren el concepto.

Los fenómenos ondulatorios hacen parte del tema de ondas, es uno de los temas más complicados en términos de aprendizaje y de enseñanza puesto que para aclarar estos conceptos no se disponen de herramientas o situaciones que ayuden a entenderlo, por lo tanto se han elaborado problemas prácticos contextualizados que permitan aclarar estos conceptos.

### **3.5 INSTRUMENTOS**

#### **3.5.1 La estrategia didáctica**

La estrategia consta esencialmente de dos partes, la primera de ellas se refiere a la metodología de trabajo en el aula y la segunda a la estructura de las temáticas abordadas. La metodología se refiere a la organización de los parámetros de trabajo y está compuesta por tres ejes, estos son: La organización de los parámetros de trabajo en un primer momento, en esta parte se les comunica a los estudiantes qué se va hacer y cómo se trabajará la unidad específica del tema de sonido, se elabora un cronograma de actividades, se establecen normas para una sana convivencia en grupo; después se aborda la parte sobre resolución de problemas y el C. T. S en el que se reconstruye el proceso de resolución de problemas que se va a utilizar durante la intervención en el aula llamado fases para la resolución de problemas y en la última parte se resuelven los problemas que son abordados allí desde los temas mencionados. Después de resolver cada problema se procede a realizar la respectiva socialización.

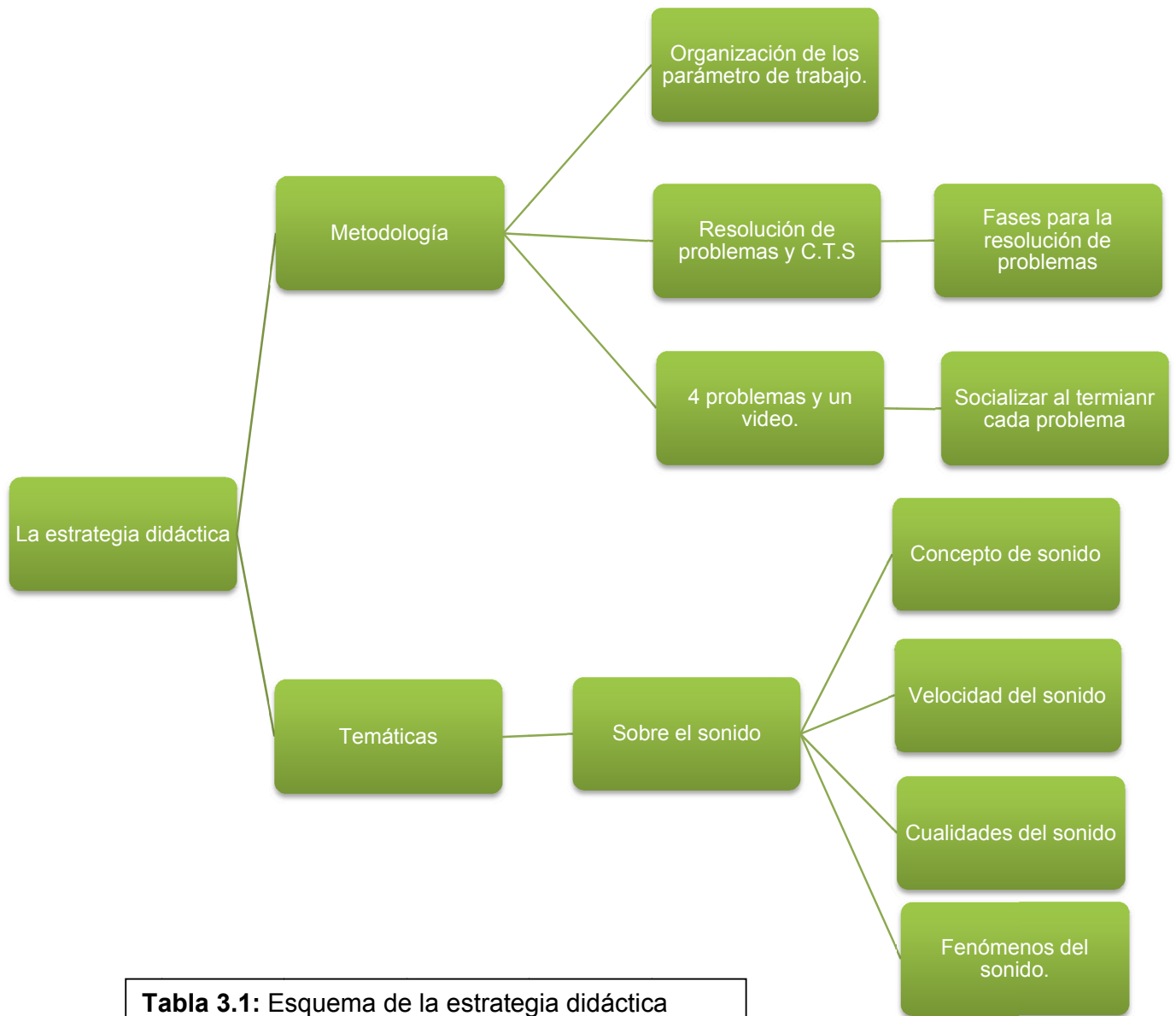
En cuanto a las temáticas, estas están estructuradas en cuatro partes de acuerdo al tema sobre sonido, estas son: Concepto de sonido, características del sonido, cualidades del sonido y fenómenos sonoros.

Los problemas propuestos en la estrategia aluden a situaciones de la vida diaria, los cuales son relacionados con el tema de sonido. El esquema 3.1 recoge en esencia lo que compone la estrategia didáctica (véase esquema 3.1)

Para el desarrollo de las temáticas propuestas en la estrategia se han empleado los temas sobre ondas para abordar el concepto de sonido y sus características, tales como: Concepto de sonido, velocidad, cualidades y fenómenos. Después de abordar estos temas se implementa la estrategia.

En el interior de las temáticas mencionadas encontramos temas como el de onda y el de sonido, estos temas hacen parte de los contenidos obligatorios en la educación de los estudiantes de bachillerato, no obstante algunas fuentes han afirmado que la parte sobre sonido es un tema que se está dejando de lado en los currículos institucionales y por lo tanto se ha abordado en la estrategia a partir de las resolución de problemas y las relaciones C. T. S con el fin de fortalecer este aspecto que se han dejado de lado en la enseñanza de la física.





**Tabla 3.1:** Esquema de la estrategia didáctica

### **3.5.2 Otros aspectos de la estrategia didáctica**

#### **3.5.2.1 Herramientas empleadas para el desarrollo de la estrategia**

Para el desarrollo de la estrategia se han empleado cuatro problemas y un video. Los problemas son situaciones abiertas con un sentido real, es decir, los problemas empleados son de un contexto real a través de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S). Para su resolución se emplearon las siguientes fases:

- Comprensión del problema, en esta fase se tiene en cuenta las variables conocidas y las variables a desarrollar.
- Consulta y emisión de hipótesis, aquí se consultan aquellos términos desconocidos y se emiten posibles soluciones que resultan del problema.
- Diseño de un plan, se elabora un plan con el propósito de emplear unos procedimientos para llegar a la solución buscada.
- Resolución, una vez diseñado el plan se procede a resolver el problema con el fin de hallar la variable buscada.
- Evaluación, en esta parte se estudian los resultados obtenidos y se hace un análisis sobre esos resultados.

El propósito de estas fases para la resolución de problemas es concientizar al estudiante acerca de los procedimientos empleados para la solución de

situaciones problema. Estas fases en el interior de la estrategia son muy importantes debido a que permiten una clara comprensión de todos los aspectos de la solución del mismo.

### **3.5.2.2 Articulación del componente temático con el componente metodológico en la estrategia didáctica**

La estrategia didáctica se orienta desde la enseñanza – aprendizaje de los conceptos de sonido a través de la metodología de resolución de problemas como investigación dirigida articulada con los lineamientos del movimiento ciencia, tecnología y sociedad. Los conceptos relacionados con el sonido han sido escogidos para el desarrollo de la estrategia didáctica, debido a que por lo general en las instituciones educativas no se tienen en cuenta estos contenidos o no se alcanza a estudiar y en el interior de los parámetros acordados por el Ministerio de Educación Nacional establece que esta unidad representa una parte de los contenidos básicos que todo estudiante debe saber en el área de la Física.

Sobre la resolución de problemas se entiende en la estrategia como uno de los elementos importantes debido a que es un “proceso que utiliza el conocimiento de una disciplina, sus técnicas y habilidades de esa disciplina, para salvar el espacio existente entre el problema y su solución” (Frazer, 1982), lo cual indica que aprendizaje de los aspectos científicos se fortalecen mediante la resolución de problemas.

Con respecto a las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S), se emplea en la estrategia como un elemento que contextualiza cada una de las situaciones que hay en los problemas de la estrategia.

### **3.5.2.3 Actividades**

#### **Introducción**

Esta estrategia didáctica tiene como propósito orientar al estudiante en los procesos de resolución de problemas sobre ondas sonoras. La estrategia se compone de tres etapas. La primera etapa es sobre la organización del trabajo en clase, entre ellos las normas para un buen trabajo en equipo y aspectos a tener en cuenta en el proceso de resolución de problemas. Dicha etapa se desarrolla en 2 sesiones con un tiempo estimado entre 45 y 50 minutos cada una.

La segunda etapa es sobre el proceso de enseñanza – aprendizaje, se proponen problemas sobre propagación del sonido e intensidad sonora. Estos problemas se resuelven en 2 sesiones. En la tercera etapa, se propone la lectura de un artículo sobre “los efectos auditivos en el tiempo del ruido” y dos problemas que se refieren a los fenómenos del sonido y la velocidad sonora. Para alcanzar la resolución de estos problemas se emplean 3 sesiones de clase, cada sesión tiene una duración de 50 minutos.

## **Sesión: 1**

Duración: 50 minutos

Objetivo: Organizar parámetros de trabajo

Actividades:

- Pedir consentimiento a los estudiantes sobre el trabajo de investigación que se realizará.
- Establecer un cronograma de actividades.
- Elaborar mediante consenso un conjunto de reglas para una sana convivencia en el grupo.
- Conformar 8 equipos de trabajo. 8 grupos con 5 integrantes cada uno.

## **Sesión: 2**

Duración: 50 minutos

Objetivo: Indagar sobre la resolución de problemas basados en la contextualización de la vida real

Actividad 1. Responde las siguientes preguntas en los equipos de trabajo.

Dichas preguntas han sido estructuradas por Rentería, (2010).

a. ¿Qué entiendes por problema?

---

---

b. ¿Qué tipos de problemas conoces?

---

---

c. ¿Los problemas que resuelves o se resuelven en el aula tienen aplicación en la vida diaria?

---

---

d. ¿Cuándo resuelves problemas en el salón de clases aplicas pasos, procedimientos u otro tipo de estrategia?

---

---

e. ¿Cuando se resuelve un problema en el aula se analizan los resultados?

Sí\_\_\_ No\_\_\_ ¿Por qué?

---

---

f. ¿Son relacionados con el contexto real?

---

---

Actividad 2. Prepara una exposición para socializar las respuestas con los otros grupos del salón y las conclusiones a las que llegaron.

### **Sesión: 3**

Duración: 50 minutos

Objetivo: presentar una lectura sobre “fases para la resolución de problemas orientados desde el contexto real (RPCR)”

#### Actividad 1. Lectura

En tu equipo de trabajo realiza la lectura “Fases para la resolución de problemas orientados desde el contexto real (RPCR)”. Formula preguntas al profesor sobre las dudas que resulten en la lectura.

Lectura: Fases para la resolución de problemas orientados desde el contexto real (RPCR).

Las fases “RPCR” son un conjunto elementos de “ordenamiento” para la resolución de problemas en un contexto real que orientan al estudiante que se propone a resolver una situación problema. Tal procedimiento se emplea con el propósito de que el estudiante emplee una metodología de investigación dirigida por el docente. Esta metodología le permitirá al estudiante reducir el nivel de complejidad de una situación problema a través de un proceso de indagación tanto desde la resolución del problema mediante la consulta como desde las falencias sobre determinado tema a estudiar, lo cual le ayudará a analizar de modo permanente los procesos y resultados obtenidos.

El proceso de resolución de problemas se compone por seis fases. Estas fases inician con la comprensión del problema, pasando por la consulta de los términos o variables desconocidas de la situación dada, luego los estudiantes emiten hipótesis que orientan el proceso de resolución de problemas, luego

los estudiantes generan estrategias de trabajo que permitan la resolución del problema, seguidamente se aplica una o varias acciones para la solución del problemas y se finaliza con la evaluación de la solución del problema.

En la primera fase se hace un análisis del enunciado y las preguntas propuestas en el problema, se tiene en cuenta los aspectos que se saben y los desconocidos, se expresan las dificultades y se construyen esquemas de la situación en caso de ser necesario.

En la fase siguiente, se realiza la consulta de los términos desconocidos que sean necesarios e importantes para la resolución de la situación dada mediante la ayuda del docente como guía que dirige el proceso de la situación problémica, luego se hace la emisión de hipótesis usando dicha consulta.

En el diseño del plan de solución la problema, se planea un modo de enfrentar el problema a partir de lo que se conoce y bajo las condiciones del enunciado. Para esto se tienen en cuenta un conjunto de procedimientos mostrados a continuación:

- a. Se debe saber qué información se desea obtener con el plan que se va a construir y cuál es el objetivo que se alcanzará.
- b. Identificar las variables que se muestran en el enunciado de la situación dada.
- c. Escoger el número de variables de la situación dada y relacionarlas con la solución del problema.



- d. Determinar cuáles de esas variables pueden incidir en el fenómeno y estudiar de qué modo influyen en los resultados del fenómeno estudiado.
- e. Verificar si el resultado cumple con los objetivos planteados.

En la aplicación de las acciones para el desarrollo de la estrategia seleccionada se tienen en cuenta qué pasos se deben seguir para llegar a la solución mediante el proceso mostrado en la fase de la elaboración del plan.

Para finalizar se realiza la evaluación de la solución al problema, en esta parte se analizan si los resultados son coherentes con la o las hipótesis planteadas. También se analizan los procedimientos.

Esta última parte, como vimos, se apoya en tres aspectos, estos son: verificar, comparar y analizar.

## **SEGUNDA ETAPA: PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE**

Nombre: propagación e intensidad sonora

Objetivo: estudiar los aspectos conceptuales sobre el sonido, velocidad y cualidades del sonido

### **Sesiones 4 y 5**

Tiempo: 100 minutos.

Temas: Definición, velocidad y cualidades del sonido

Actividad 1. Utiliza el modelo RPCR para resolver los siguientes problemas en tu equipo de trabajo.

Problema: Definición de sonido, velocidad

En el año de 1939 inició la segunda guerra mundial, esta guerra fue una de las más devastadoras en la historia de la humanidad, se caracterizó por sus continuas confrontaciones entre la fuerza aliada (conformado por Estados Unidos, Inglaterra y parte de las naciones europeas) y el eje (con países como Alemania, Italia y Japón), la guerra terminó en el año de 1945 tras la caída del tercer Reich y el lanzamiento de la bomba atómica en el país del Japón en los sectores de Hiroshima y Nagasaki los días 6 y 9 de agosto respectivamente. Una persona de una ciudad que se encuentra a Km de Nagasaki escuchó la explosión del artefacto atómico, fue tan potente la explosión que provocó la rotura de numerosos cristales en los edificios y viviendas próximas al lugar de los hechos, la persona al ver estos eventos pensó que la rotura de los cristales en los edificios y casas se debe a los pequeños fragmentos o esquirlas de la explosión.

¿El desarrollo científico afecta la vida de los seres humanos? ¿Cuáles fueron las consecuencias de dicha explosión? ¿Por qué crees que se provocó la rotura de los vidrios? En el vacío ¿Habrá ocurrido lo mismo? ¿El sonido se propaga en cualquier medio? ¿Cómo se propaga el sonido? ¿Cómo explicas el hecho de la rotura de los vidrios? ¿Cuál es la velocidad del sonido? ¿El sonido se propaga con la misma velocidad en todos los medios?

## Problema 2: Cualidades del sonido

Durante las últimas décadas han surgido novedosos sistemas de telecomunicaciones y aparatos más sofisticados y eficientes, los cuales han cambiado el estilo de vida en las personas, no obstante, al pasar los años, organizaciones de la salud dicen que muchos jóvenes en la actualidad presentan pérdidas en distintos niveles auditivos. Los médicos atribuyen este hecho al continuo uso de los auriculares empleados en los Walkman, los iPhone y los celulares como la principal causa de este daño en la salud humana, inclusive se asevera que en el futuro, cuando estos jóvenes envejecen su capacidad auditiva será cada vez menor generando así una sordera más temprana. La sordera temprana también se acelera con el ruido producido por los automóviles.

¿Por qué se afecta la capacidad auditiva de las personas? ¿Crees que la intensidad sonora afecta la capacidad auditiva de las personas? ¿Qué es la intensidad sonora, se relaciona con el timbre? ¿Qué es el timbre del sonido? ¿Cómo afecta el sonido de los auriculares en la salud humana? ¿Los efectos tienen relación con el tono del sonido? ¿Qué es el tono de un sonido? ¿Cuál es el umbral auditivo de los humanos y cómo se relaciona con la intensidad sonora? ¿Cómo influye el alto número de decibels de las calles en el modo de vivir de los seres humanos en sus hogares?

Actividad 2. Con la orientación del profesor socializa la solución y el proceso de solución del problema a tus compañeros.

## **Sesión: 6**

Duración: 50 minutos

Objetivo: aproximar la solución de los problemas planteados mediante un video sobre la contaminación auditiva

Actividad 1. Con tu equipo de trabajo elabora un escrito resaltando los aspectos que consideres importantes en el video

## **TERCERA ETAPA:**

### **Sesión: 7**

Nombre de la etapa: fenómenos sonoros

Objetivo: analizar las cualidades del sonido.

Actividad 1. El profesor te dará un artículo que debes leer en tu grupo de trabajo. Discute con tus compañeros y el profesor dicha lectura.

Artículo:

Artículo: Los efectos auditivos en el tiempo del ruido (Solución al problema sobre cualidades del sonido).

Desde el principio de la era moderna la humanidad ha encontrado un modo de vivir más cómodo que en la época de la antigüedad, cuando se viajaba de un lugar a otro se recorrían largas distancias a caballo, las cuales se hicieron más cortas con el surgimiento del tren gracias a la máquina de vapor y ahora mediante los novedosos autos sin mencionar los sofisticados aviones, se

desarrolla la maquinaria en las empresas para mejorar la calidad de los productos y se amplía la oferta y la demanda tanto el consumo como en la parte laboral.

Sin embargo este panorama no es gratuito cuyas consecuencias se extienden hasta el punto de afectar la salud humana, una de las partes afectadas se localiza en los sentidos auditivos bajo el poderoso manto del ruido “uno de los signos más molestos de la vida moderna”, el cual afecta, según un artículo publicado en la revista SEMANA, al setenta por ciento de la población colombiana especialmente concentrada en las ciudades.

Los efectos del sonido en la salud humana apuntan al excesivo incremento en el uso de instrumentos para la difusión del sonido, tales como los altavoces, los parlantes de gran tamaño en los conciertos o el ruido que se experimenta en las calles. La característica física de estos instrumentos está relacionada con las cualidades del sonido, estas son: La intensidad, el nivel de intensidad, el tono y el timbre.

Todas estas cualidades dependen de aspectos físicos como la frecuencia y la energía de las ondas, tal y como es el caso de la intensidad la cual puede tolerarse por el oído humano con un valor de  $10^{-4}$  vat/cm<sup>2</sup>, mientras que la intensidad sonora por una persona hablando en su tono más alto es  $10^{-5}$  vat/cm<sup>2</sup>.

Como respuesta a estos desafortunados hechos que ha traído la comodidad de la modernidad se creó la resolución número 08321, del Ministerio de Salud Pública, expedida el 4 de agosto de 1983 debido a las amenazas de enfermedades que se generan por el ruido, algunas de estas enfermedades

pueden ser impotencia sexual, gastritis, sordera y stress. Además “en ese conjuntos de normas se consagra el derecho al descanso en las horas de la noche. Es decir, se prohíbe el ruido de más de 45 decibeles en las zonas residenciales (una conversación normal llega a los 30 decibeles; un avión volando alto produce 100 decibeles), pero los habitantes del país urbano sufren con el estruendo de una moto a la medianoche o del bocinazo de un potente camión en las madrigadas”, lo cual indica que no hay autoridad ni normas que silencien las estridentes efectos de la contaminación auditiva ni muchos menos conciencia pública que generen un cambio que sea escuchado por el colectivo.

Para tener claridad sobre la palabra decibel, significa que es el nivel de intensidad que posee una onda sonora con el que se propaga en una superficie y se mide a través del uso de los logaritmos.

### **Sesiones 8 y 9**

Duración: 100 minutos

Objetivo: Explorar los fenómenos y propiedad del sonido

Tema: fenómenos del sonido.

Actividad 2. Utiliza los pasos para resolver la situación problema con tu equipo de trabajo.

Problema: El fenómeno de reflexión y refracción del sonido.

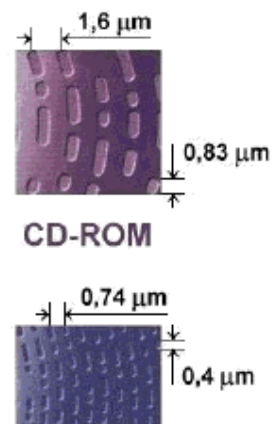
La reproducción humana es uno de los principales medios biológicos para creación de nuevos organismos y en nuestra época actual existen otros medios para que dicho medio biológico sea más eficiente a las debilidades humanas

que se han presentado, tal y como ocurre con la inseminación artificial, las ecografías, entre otros métodos. El método más utilizado para prevenir complicaciones en el nacimiento de los bebés en los humanos se emplean las ecografías. Desde que la humanidad ha tenido conciencia de lo que significa la vida y la conservación de la especie ha empleado la tecnología para hacer de los nuevos bebés personas sanas y sin discapacidades. En una ecografía se emplea los ecos de una emisión de ultrasonidos dirigida sobre un cuerpo u objeto como fuente de datos para formar una imagen de los órganos o masas internas con fines de diagnóstico. Un pequeño instrumento "similar a un micrófono" llamado transductor emite ondas de ultrasonidos. Estas ondas sonoras de alta frecuencia se transmiten hacia el área del cuerpo bajo estudio, y se recibe su eco, formando así una imagen del feto o bebé en desarrollo.

¿Cómo el desarrollo tecno – científico influye en el desarrollo biológico de los seres humanos? ¿Qué fenómenos sonoros hacen posible el uso de las ecografías? ¿Qué es la reflexión del sonido? ¿Qué es la refracción de las ondas sonoras? ¿Has escuchado el sonido en lugares cerrados? ¿Cómo es este sonido? ¿En qué consiste el eco? ¿Qué es el eco?

Problema: El fenómeno de difracción e interferencia del sonido

La música es una de las obras más exquisitas que la humanidad ha empleado para distraerse y divertirse. En la actualidad sigue siendo igual de importante



como desde la fecha en la que se forjaron los primeros compositores de los distintos géneros que ya existen y se define como la combinación de instrumentos que son agradables al sentido auditivo. Esta combinación de sonidos se ha conservado gracias al uso de distintos elementos para su grabación, el primer elemento que se utilizó para el registro de la música fue la superficie de una cinta magnética como es el caso de los casetes distribuidos en el año de 1964 ó en una superficie de plástico de un LP, mejor conocido como long play (traducido como disco de larga duración), los cuales se comercializaron desde 1948 y fue el principal medio de publicación de música en compañía de los casetes, sin embargo a partir de mediados de los años 80, los LP y los casetes empezaron a perder protagonismo a costa de los discos compactos (llamados comúnmente Cd), más pequeños, resistentes e inclusive con un mejor sonido debido a que el sonido digital reproduce la música con ausencia total de ruido que, en mayor o menor medida, afectaba a las grabaciones hechas con el LP o el casete. La grabación del Cd no genera ningún tipo de ruido durante la grabación debido a que se hace por acción de laser, para esto la grabadora crea unos pits (véase la figura adjunta) y unos lands cambiando la reflectividad de la superficie del CD. Los pits son zonas donde el láser quema la superficie con mayor potencia, creando ahí una zona de baja reflectividad que la lente traduce como información que es reproducible.

¿Cómo la tecnología transforma nuestra percepción de la música? ¿Cuál es el nombre de las pequeñas franjas mostradas en la figura adjunta? ¿Se pueden



asociar con el fenómeno de la difracción? ¿Qué es la difracción? ¿Cómo explicas el significado de la palabra ruido? ¿Qué es la interferencia sonora?

### **3.5.3 Diseño de un test**

El proceso de la elaboración de la prueba se llevó a cabo de la siguiente manera: en primer lugar, se seleccionaron factores con los que se puede evaluar conceptos básicos sobre sonido, así la prueba estuvo conformada por 4 factores, estos son: comprensión del concepto de sonido, comprensión del concepto de velocidad del sonido, cualidades del sonido (intensidad, nivel de intensidad, tono y timbre) y fenómenos sonoros (reflexión, difracción, refracción e interferencia). En segundo lugar, de los 4 factores se construyeron diez indicadores y para cada indicador se elaboró entre dos y tres reactivos diferentes, dichos reactivos son de selección múltiple con cuatro opciones de respuesta. Al final la prueba piloto estuvo constituida por 13 reactivos.

#### **3.5.3.1 Confiabilidad del test**

Para evaluar el grado de confiabilidad de la prueba esta fue aplicada a 31 estudiantes de la Institución Educativa la Independencia ubicada en la comuna 13, en el sector del Salado. Los resultados se sistematizaron de la siguiente manera:

1	Respuesta acertada (Correcta)
0	Respuesta no acertada (Incorrecta)

Seguidamente usando el paquete estadístico SPSS (programa estadístico informático muy usado en las ciencias sociales y las empresas de investigación de mercado) se calculó el nivel de confiabilidad de cada reactivo mediante el coeficiente  $\alpha$  de Cronbach, el cual arroja la fiabilidad de la prueba, cuya medida oscila entre 0 y 1, siendo 0 un resultado de nula confiabilidad y 1 representa un máximo de confiabilidad. Para que la prueba sea confiable se debe obtener un coeficiente igual o mayor de 0,5, si este resultado no supera el 0.5 el programa muestra un cuadro de resultados donde indica cuanto sube el coeficiente  $\alpha$  de Cronbach si se elimina determinado reactivo, es decir, el programa dice cual de los reactivos se deben eliminar para que suba el nivel de confiabilidad de la prueba. Así el nivel de confiabilidad de cada uno de los reactivos se muestra en la siguiente tabla, como también se muestra la relación que cada reactivo tiene con el resto de la prueba (columna Correlación elemento-total corregido).

**(Tabla 3.1) Estadísticos total-elemento**

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
VAR00001	4,5484	3,589	,128	,584	,562
VAR00002	4,3226	3,692	,133	,485	,554
VAR00003	5,0323	3,632	,416	,445	,509
VAR00004	4,3548	3,437	,276	,432	,519
VAR00005	4,1935	3,495	,450	,416	,495
VAR00006	4,3871	3,578	,171	,518	,547
VAR00007	4,7419	3,198	,377	,552	,489
VAR00008	4,9355	3,729	,153	,443	,547
VAR00010	4,9355	3,996	-,030	,386	,584
VAR00011	4,7419	3,265	,335	,429	,501
VAR00012	4,8387	3,206	,431	,543	,477

**(Tabla 3.1) Estadísticos total-elemento**

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
VAR00001	4,5484	3,589	,128	,584	,562
VAR00002	4,3226	3,692	,133	,485	,554
VAR00003	5,0323	3,632	,416	,445	,509
VAR00004	4,3548	3,437	,276	,432	,519
VAR00005	4,1935	3,495	,450	,416	,495
VAR00006	4,3871	3,578	,171	,518	,547
VAR00007	4,7419	3,198	,377	,552	,489
VAR00008	4,9355	3,729	,153	,443	,547
VAR00010	4,9355	3,996	-,030	,386	,584
VAR00011	4,7419	3,265	,335	,429	,501
VAR00012	4,8387	3,206	,431	,543	,477
VAR00013	5,0323	4,099	-,070	,423	,577

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,554	,556	12

En las tablas anteriores se puede observar que la confiabilidad de la prueba inicial es de 0,554 para los 13 reactivos, pero si se eliminan los reactivos 9, 10 y 13 los cuales tienen un nivel de relación bajo con el resto de la prueba, el índice de confiabilidad de la prueba es de 0,614 como se muestra en la tabla.

**(Tabla 3.2) Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,614	,638	10

# CAPÍTULO 4

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

## CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se comparan los resultados obtenidos en el grupo control con relación al experimental en cuanto al aprendizaje de los conceptos básicos sobre sonido (velocidad del sonido, cualidades del sonido y fenómenos sonoros). Para realizar el análisis se utiliza porcentajes de frecuencia y el estadígrafo t de Student. El análisis se hizo de la siguiente manera: en un primer momento se muestran los datos de los dos grupos, luego se comparan mediante porcentajes de frecuencia y la t de Student los resultados de los dos grupos para cada factor, por último se prueba la hipótesis planteada.

### **4.1. Resultados obtenidos de los grupos control y experimental.**

Los datos que se presentan en las tablas 4.1 y 4.2 fueron obtenidos después de aplicar el test conceptual sobre el sonido a los estudiantes de los grupos control y experimental, respectivamente. En las tablas adjuntas, las columnas hacen referencia a los resultados de cada una de las preguntas evaluadas del test y las filas se refieren a los resultados de cada estudiante evaluado, cada una de estas características han sido sistematizadas mediante dos valores, un valor de uno (1) cuando la respuesta a la pregunta es calificada como acertada y se registró un valor de cero (0) cuando la respuesta a la pregunta es calificada como no acertada.

**Tabla 4.1** Datos obtenidos del grupo control en cuanto al aprendizaje conceptual del sonido: Concepto de sonido, velocidad del sonido, cualidades y fenómenos.

		Preguntas del test									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de estudiantes en el grupo control	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
	2	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	3	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
	5	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	7	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
	8	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0
	9	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
	10	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	11	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
	12	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
	13	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	14	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	15	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	16	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1
	17	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	18	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	19	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
	20	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	21	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	22	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
	23	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
	24	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	25	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	26	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	27	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	28	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
	29	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	30	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	31	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	32	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
	33	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	34	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	35	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
	36	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
	37	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
	38	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
	39	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1

1: Respuesta acertada; 0: Respuesta no acertada

**Tabla 4.2** Datos obtenidos del grupo experimental en cuanto al aprendizaje conceptual del sonido: Concepto de sonido, velocidad del sonido, cualidades y fenómenos.

		Preguntas del test									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de estudiantes en el grupo experimental	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
	2	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
	3	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
	4	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
	5	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
	6	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
	7	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
	8	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
	9	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
	10	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
	11	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
	12	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
	13	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
	14	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
	15	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
	16	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
	17	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
	18	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
	19	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
	20	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
	21	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
	22	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
	23	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
	24	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
	25	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
	26	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1
	27	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
	28	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
	29	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
	30	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
	31	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1
	32	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	33	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
	34	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
	35	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1
	36	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
	37	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
	38	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1

1: Respuesta acertada; 0: Respuesta no acertada.



#### **4.2. Análisis por factor y descripción comparativa entre los resultados obtenidos con la t de Student en el grupo experimental con relación al control**

El análisis comparativo se hizo mediante porcentajes de frecuencias y la t de Student. En dicho análisis se comparan los resultados del grupo control con relación al grupo experimental en los factores comprensión del concepto de sonido, velocidad del sonido, compresión de las cualidades del sonido y compresión de los fenómenos sonoros.

A cada uno de estos factores le corresponde dos o más indicadores, los cuales se estudiarán de acuerdo a las gráficas adjuntas. Para la elaboración de dichas gráficas se han tomado los valores de las respuestas obtenidas tanto en el grupo experimental como en el control. Es de tener en cuenta que en este trabajo se asume que hay diferencia estadística entre los dos grupos cuando el nivel de significancia bilateral es de 0.05, es decir de un validez del 95%, véase la tabla 4.3 de pruebas relacionadas.

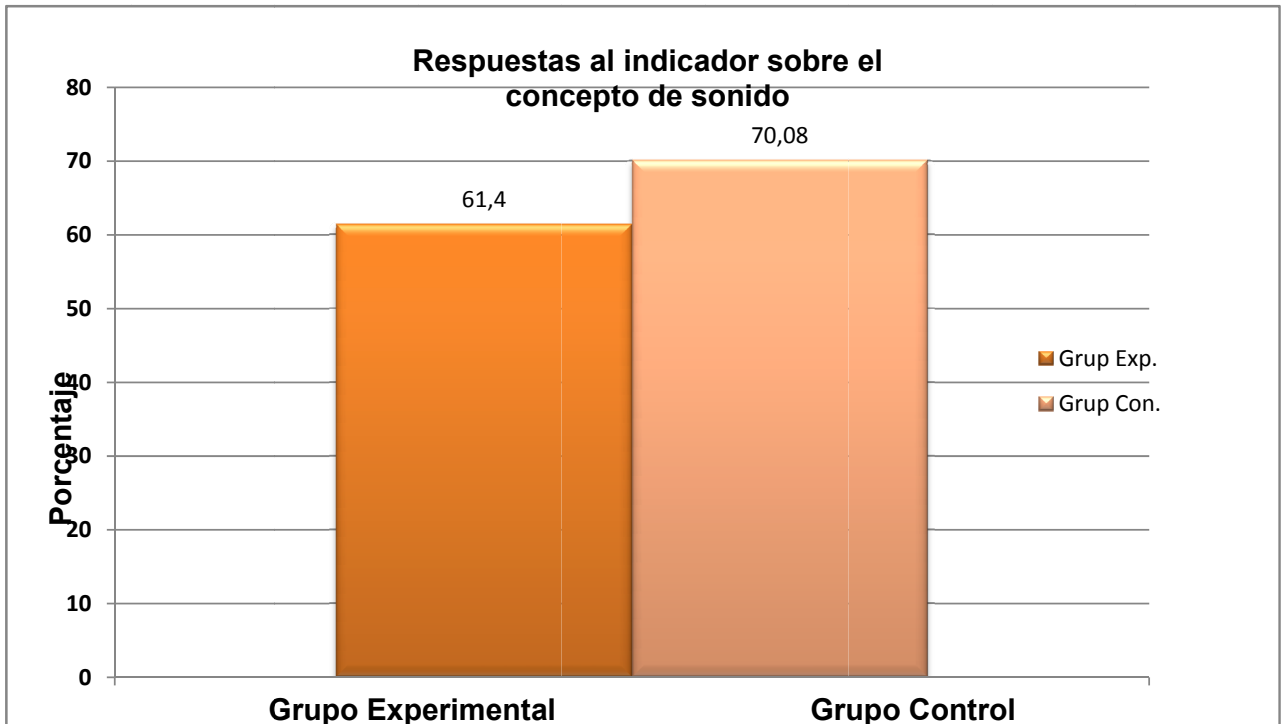
(Tabla 4.3) Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	GRU.CONT.GENERAL - GRU.EXPE.GENERAL	-1,78947	1,67909	,27238	-2,34138	-1,23757	-6,570	37	,000
Par 2	GRU.CONT.CONC.SONIDO - GRU.EXP.CONC.SONIDO	,07895	,85049	,13797	-,20060	,35850	,572	37	,571
Par 3	GRU.CONT.CARAC.SONIDO - GRUP.EXPE.CARAC.SONIDO	-,31579	1,04248	,16911	-,65845	,02687	-1,867	37	,070
Par 4	GRUP.CONT.VELC.SONIDO - GRUP.EXPE.VEL.SONIDO	-,28947	,51506	,08355	-,45877	-,12018	-3,464	37	,001
Par 5	GRUP.CONT.FENOMENOS - GRUP.EXPE.FENO.SONOROS	-1,26316	,72351	,11737	-1,50097	-1,02535	-10,762	37	,000

A continuación se muestra el respectivo análisis de cada factor:

- Factor concepto de sonido

El concepto de sonido se evaluó con los indicadores comprender el concepto de sonido como una perturbación de las partículas del medio, comprender cuáles son los medios de propagación del sonido y comprender de qué factores depende la intensidad sonora. Los resultados indican que el 61,14% de los estudiantes del grupo experimental comprende adecuadamente el concepto de sonido, mientras que el 70,08% de los estudiantes del grupo control comprende esta parte conceptual del sonido. La diferencia porcentual entre ambos grupos es de 8.94% (Gráfico 4.4), lo cual indica que la diferencia entre los dos grupos es poca. Este resultado coincide con el obtenido de la comparación de medias, se puede observar que la *t* de Student para este factor fue de 0.571 (ver tabla 4.3), lo que indica que estadísticamente no hay diferencias significativas entre los dos grupos, para ser significativa esta debía ser igual o mayor que 1.86



**Gráfico 4.4:** Resultado del indicador concepto de sonido

Este resultado se debe a que el concepto de sonido es ilustrado como “una perturbación de las partículas del medio” y al parecer no se evidencia ninguna dificultad en torno a esta definición.

Al emplear la estrategia y el método tradicional de enseñanza para explicar el concepto de sonido se determinó que los resultados no son concluyentes para saber cuál de los métodos empleados es el más adecuado para enseñar dicho concepto e inclusive en ambos grupos más de la mitad de los estudiantes han comprendido bien el concepto, la razón se encuentra en el hecho de que este concepto puede ilustrarse mediante ejemplos simples, lo cual no implica dificultades para su comprensión.

Por otro lado, en la tabla 4.3 se puede observar que la  $t$  de Student para este factor fue de 0.571, lo que indica que estadísticamente no hay diferencias significativas entre los dos grupos, para ser significativa esta debía ser igual o mayor de dos (2).

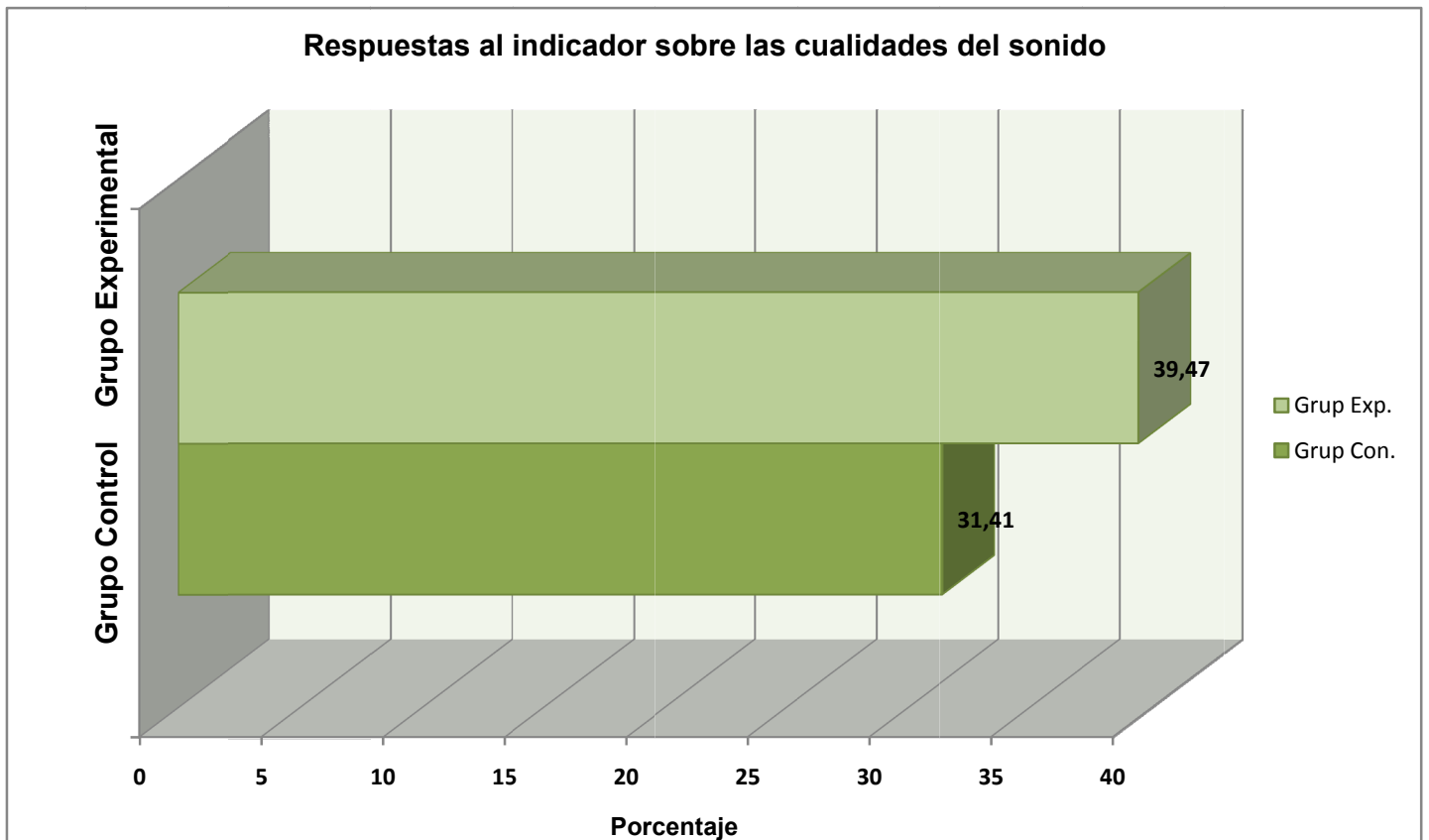
- Factor características del sonido

El factor características del sonido fue evaluado mediante los indicadores: diferenciar las cualidades del sonido, comprender el tono como un modo para distinguir los sonidos, comprender la intensidad del sonido y su relación con la frecuencia y comprender de qué factores dependen las cualidades del sonido. Los resultados obtenidos muestran que el 39,47% de los estudiantes del grupo experimental comprendió los aspectos característicos del sonido, estos son: intensidad, nivel de intensidad, tono y timbre, mientras que en el grupo control el 31,41% de los estudiantes los comprende (ver gráfico 4.5).

Otro aspecto importante en los resultados es sobre la dificultad que presentan ambos grupos en el aprendizaje de las características del sonido debido a que los estudiantes tanto del grupo experimental como el grupo control no superan el 50% del total en ambos grupos sobre el aprendizaje de esta parte del sonido.

Esto indica que existe una marcada tendencia en los estudiantes con dificultades en el aprendizaje sobre las cualidades del sonido, en la mayoría de los casos no comprenden los conceptos ni son relacionados con cada una de las cualidades.

Si se estudia desde los resultados de la t de Student se encuentra que el programa arrojó un resultado de un 70% de validez y por lo tanto no hubo una diferencia significativa entre los dos grupos en lo que respecta sobre el aprendizaje de las características del sonido, es decir, en ambos grupos el nivel de aprendizaje es bajo.



**Gráfico 4.5:** Resultados del indicador cualidades del sonido

Aunque el número de respuestas acertadas del grupo experimental fue mayor que la del grupo control, el aprendizaje sobre las cualidades del sonido fue significativo desde el punto de vista porcentual debido a que la estrategia aclara esta parte del tema con situaciones reales y contextualizadas, evitando la confusión que generalmente suceden con los textos de física los cuales sólo

enfatan en los procedimientos mecánicos y no en el aprendizaje sobre el saber específico de los conceptos.

Otro de los factores influyentes en el aprendizaje de este concepto es el de la investigación dirigida que se implementa en la estrategia mediante las situaciones problema que contextualizan el concepto en la cual no solo se ilustra el concepto, sino que concientiza al lector sobre la importancia de estos conceptos con relación a la vida diaria, hecho que no se presenta en la forma tradicional de la enseñanza.

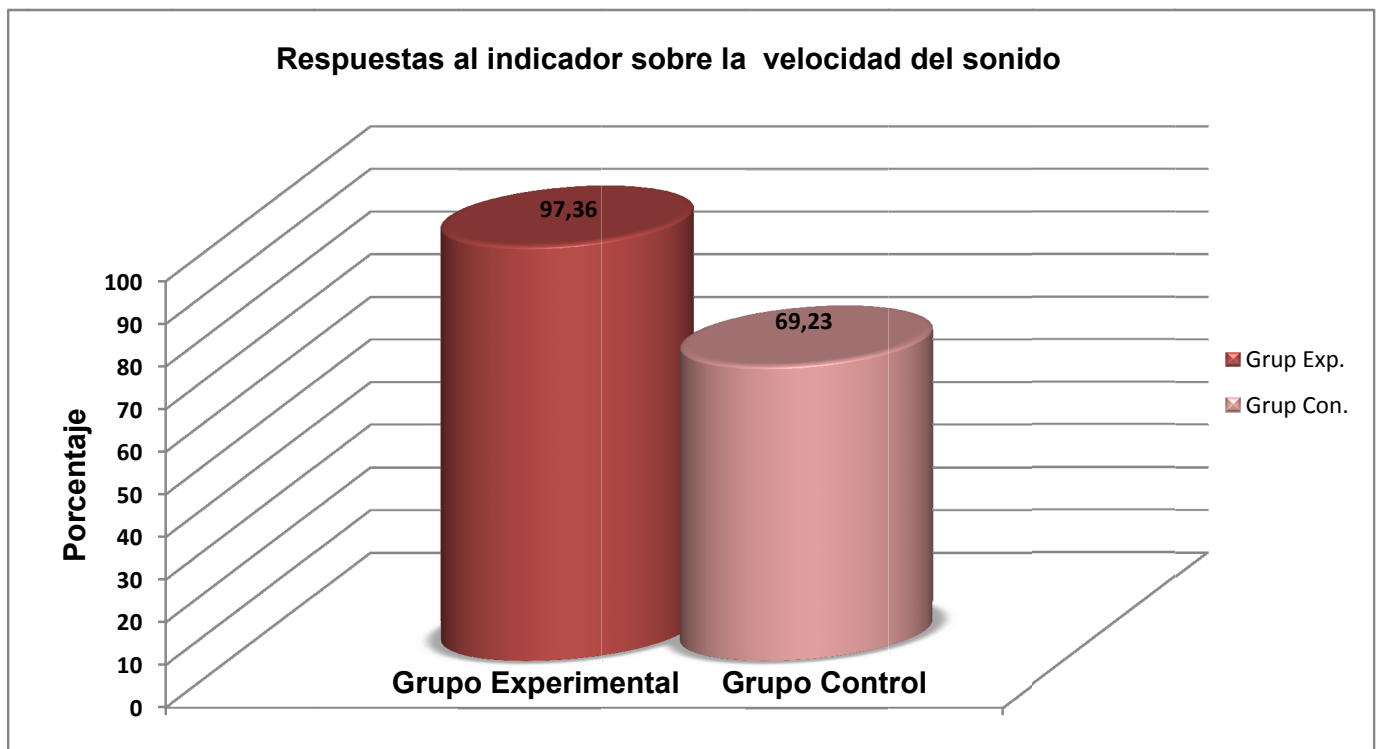
- Factor velocidad del sonido

Los indicadores que corresponden a este factor son: comprender que el sonido es una onda longitudinal que se propaga y su velocidad depende del medio en el que se propaga y de su temperatura. Para este factor se encontró que el 97,36% de los estudiantes del grupo experimental han comprendido el concepto sobre la velocidad del sonido, mientras que el 69,23% de los estudiantes del grupo control comprenden dicho concepto. Estos resultados muestran que la diferencia entre los dos grupos es significativa ya que la diferencia porcentual fue de 28,13% (gráfico 4.6) y la *t* de student de 3,474 (tabla 4.3).

Estos resultados se deben a que los problemas propuestos, la investigación y la socialización de los temas después de solucionar cada problema en el aula de clases, orienta al estudiante frente a la resolución de situaciones problemas contextualizados y fortalece su aprendizaje, mientras que la forma tradicional

solo se tiene en cuenta la definición de cada término del tema, se emplean ejercicios rutinarios y sin sentido contextual, y no se profundiza en dichos conceptos mediante alguna consulta u otra temática.

En el aprendizaje sobre la velocidad del sonido se encontró que sí hubo un resultado significativo del grupo experimental con respecto al control, el nivel de significancia fue de 99%, hecho que muestra la diferencia entre el aprendizaje de esta parte conceptual del sonido en ambos grupos.



**Gráfico 4.6:** Resultados al indicador sobre velocidad del sonido

En este caso la investigación y la estrategia han sido instrumentos decisivos en el aprendizaje de los conceptos asociados a este tema del sonido puesto que



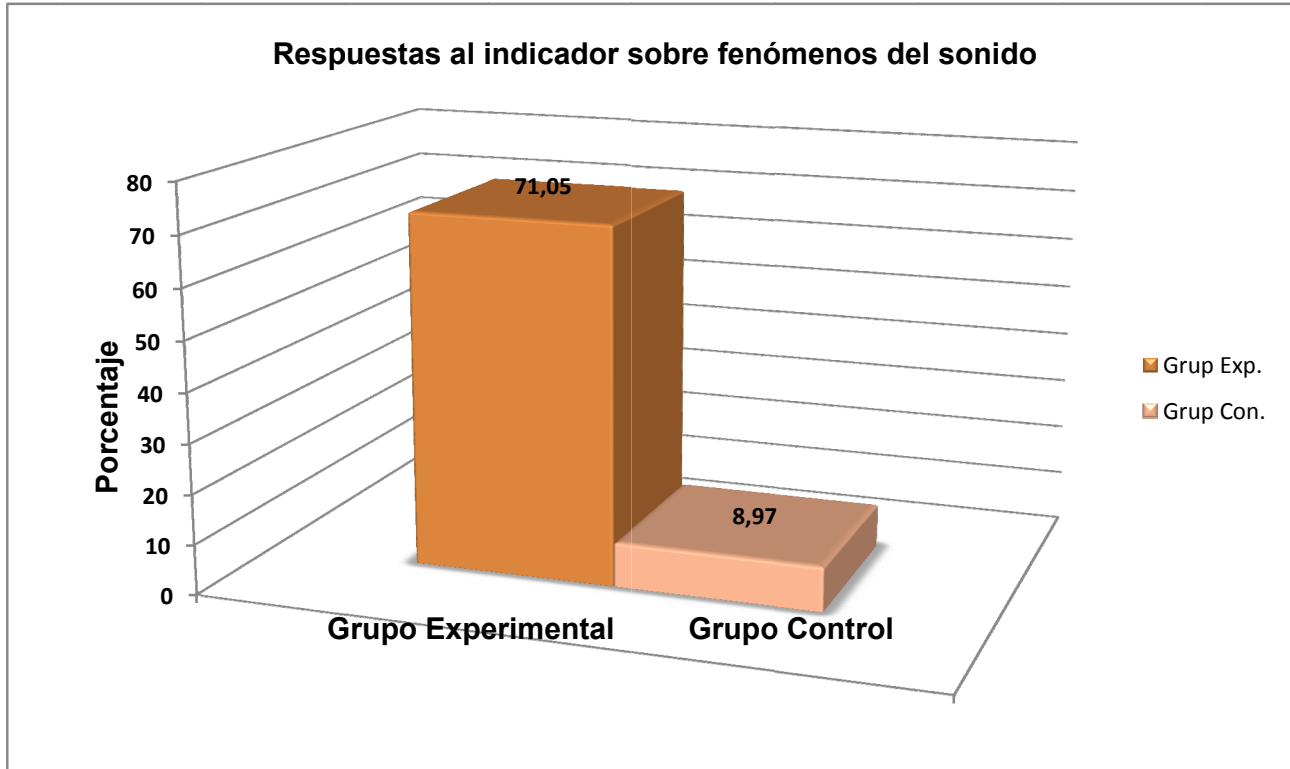
en la estrategia se calcaran estos conceptos con la ayuda de distintos elementos, los cuales son: Los problemas propuestos, la investigación y la socialización de los temas después de solucionar cada problema, mientras que en la forma tradicional sólo se tiene en cuenta la definición de cada término del tema y no se profundiza en dichos conceptos mediante alguna consulta u otra temática.

- Factor fenómenos del sonido

Para evaluar este factor se han tenido en cuenta los siguientes indicadores: comprender la difracción como la propiedad que tiene el sonido para curvarse y comprender la refracción como la propiedad que tiene el sonido para bordear los obstáculos. Para estos indicadores se encontró que el 71,05% de los estudiantes del grupo experimental respondió adecuadamente las preguntas en el test sobre este concepto, lo cual muestra que los estudiantes lo comprenden adecuadamente, mientras que el 8,97% de los estudiantes responden acertadamente a las preguntas.

Esta parte sobre los fenómenos sonoros resulta ser el tema con mayores dificultades puesto que este tema es una extensión de las propiedades de los fenómenos ondulatorios al tema del sonido, como es el caso de la reflexión y la refracción, para hacer que los estudiantes entiendan los conceptos de los fenómenos sonoros se han empleado situaciones reales a través de problemas abiertos en los que se explica el concepto y luego se ilustra mediante aplicaciones del contexto real, estas aplicaciones le han dado una mayor

relevancia al tema expuesto el cual es reflejado en los resultados que arrojó el estudio.



**Gráfico 4.7:** Resultados del indicador sobre fenómenos del sonido

Otro aspecto relevante que se debe resaltar es sobre la dificultad en el aprendizaje de los fenómenos sonoros que se evidencia en el grupo control, en este grupo el 91,03% de los estudiantes no comprendió el concepto de los fenómenos sonoros o al menos los asoció con ellos, como el de reflexión, refracción o interferencia.

Al igual que el aprendizaje general de los temas relacionados con el sonido, en la parte de los fenómenos se encontró una validez del 100%. Esto quiere decir que el grupo experimental obtuvo un aprendizaje más significativo con respecto

al grupo control sobre el aprendizaje de los fenómenos sonoros. En este sentido vemos que la estrategia sí tuvo una mayor efectividad.

#### **4.3 Prueba de la hipótesis**

En general se puede observar (tabla 4.3, primera fila) que la  $t$  experimental es de 6,570, la cual es mucho mayor que la  $t$  crítica que es de 1,68 para un nivel de significancia de 0,05 y de 37 grados de libertad. Con estos resultados se prueba la hipótesis de investigación la cual afirma que la estrategia didáctica que articula la resolución de problemas y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad, mejora el aprendizaje conceptual del tema de sonido en los estudiantes de undécimo grado de la Institución Educativa Cristóbal Colón

# CAPÍTULO 5

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1 CONCLUSIONES

- Una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas contextualizados según los lineamientos sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (C. T. S), mejora positivamente el aprendizaje conceptual sobre fenómenos sonoros en los estudiantes.
- Los resultados obtenidos de la investigación muestran que tanto los estudiantes del grupo control, como del experimental identifican claramente el concepto de sonido sin necesidad de implementar una estrategia didáctica que oriente el aprendizaje de dicho concepto.
- Los resultados muestran que la estrategia didáctica innovadora tiene mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes sobre los conceptos de cualidades del sonido y los fenómenos ondulatorios, puesto que las situaciones problemas planteadas en la estrategia didáctica orientan al estudiante desde el contexto donde se aplican dichos conceptos en la vida real.
- Los resultados muestran que la estrategia didáctica innovadora tiene menor influencia en el aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto

de sonido. Este resultado se evidencia en que en ambos grupos hubo un porcentaje de estudiantes similares que respondieron correctamente a este reactivo.

- Aunque la estrategia didáctica innovadora tiene mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes sobre las cualidades del sonido, los resultados también muestran que a los estudiantes se les dificulta comprender dichos conceptos, ya que solo el 39,47% del grupo experimental respondió correctamente a este reactivo.
- Durante el desarrollo de la estrategia los estudiantes sugieren aplicar más seguidamente este tipo de estrategias debido a su dinámica que los invita a salirse de la rutina y a profundizar sobre los temas enseñados en el aula.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo de futuras propuestas sobre la enseñanza de conceptos relacionados con el sonido se sugiere la solución de problemas desde diversos contextos, ya que este es un fenómeno que influye en el medio ambiente, la salud auditiva de las personas en las ciudades o la atención y percepción de los contenidos de áreas debido a problemas de la acústica en las aulas de clases.
- En la estrategia didáctica se requiere una mayor profundización en el trabajo en los conceptos sobre cualidades y fenómenos sonoros, se sugiere ampliar las situaciones abordadas allí, debido a que los mencionados conceptos son los de mayor dificultad para los estudiantes.
- El planteamiento de nuevas propuestas sobre el tema del sonido fortalecerá el aprendizaje conceptual de los temas asociados a esta parte de la física, se sugiere que se hagan desde la resolución de problemas y se mejoren los propuestos aquí para obtener mejores resultados.

## BIBLIOGRAFÍA.

- *Acevedo Díaz, José Antonio*. Modelos de relaciones entre Ciencia y Tecnología: Un análisis social e histórico. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, Vol. 3, No. 2, 2006. p. 198-219.
- *Acevedo Díaz, José Antonio*. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, Vol. 1, No. 1, 2004. p. 3-16.
- *Becerra Labra, Carlos; Gras-Martí, Albert; Martínez Torregrosa, Joaquín*. ¿Cómo se enseña a resolver problemas de Física en bachillerato y primeros cursos universitarios?; *Revista Docencia universitaria*, Vol. 06, Nov. 2005, P. 39–55.
- *Becerra Labra, Carlos; Gras-Martí, Albert; Martínez Torregrosa, Joaquín*. Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*, Vol. 22, No.02, Jun. 2004, p. 275-286
- *Becerra Labra, Carlos; Gras-Martí, Albert; Martínez Torregrosa, Joaquín*. Cómo se enseña a resolver problemas de física en bachillerato y



primeros cursos universitarios. *Revista Docencia universitaria*, Vol. 06, Nov. 2005, P. 39-55.

- *Corchuelo, Miguel; Catebiel, Verónica*. Orientaciones curriculares con el enfoque C. T. S para la ecuación media: La resolución de problemas socialmente relevantes. *Revista de la facultad de Ciencia y Tecnología*. Universidad Pedagógica Nacional, No. 18. 2005, p. 121-131.
- Concari, Sonia Beatriz; Giorgi, Silvia María. Los problemas resueltos en textos universitarios. *Revista Enseñanza de las ciencias*; 4(2), Mayo 2000, pág. 381–390.
- Ceberio, Mikel; Guisasola, Jenaro; Almudi, Jose Manuel. ¿Cuáles son las innovaciones didácticas que propone la investigación en resolución de problemas de física y qué resultados alcanza?; *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*; Vol. 26, No. 03, Nov. 2008, p. 419-430.
- Gisbert Brioso, M. Método de resolución de problemas de Física y Química. *Revista Enseñanza de las ciencias*; Vol. 03, No. 03, Nov. 1985, p. 213-215.
- *Gil Pérez, D; Valdés Castro, P*. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: Un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*, Vol. 14, No. 2, Mar. 1996, p. 155-165.
- *Gil Pérez, D*;. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como

investigación. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*, Vol. 11, No. 2, Mar. 1993, p. 197-212.

- *Gil Pérez, D.; Martínez Torregrosa, Joaquín; Senent Pérez, F.* El fracaso en la resolución de problemas en física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*, Vol. 06, No. 02, Jun. 1988, 131-146.
- *García, José Joaquín.* La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias. *La gaceta didáctica*, No. 4, Dic. 2000, p. 6-7.
- *González de la Barrera, Lucas Guillermo; Mazarío Triana, Ana Cecilia; Mazarío, Triana, Israel.* La dimensión afectiva del aprendizaje de las ciencias y las relaciones C. T. S, *Revista de la facultad de Ciencia y Tecnología*. Universidad Pedagógica Nacional, No. 9. 2001, p. 17-24.
- *Gil Pérez, Daniel.* Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*.
- *Gil Pérez, Daniel.* La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 4, No. 2, 1986. p. 111-121.
- *GisbertBrisano, M.* Metodo de resolución de problemas de Física y Química. *Enseñanza de las ciencias*, 03, No. 03, Nov. 1985, p. 213-215.
- Hewitt, P. G. (1996) Física conceptual. Pearson educación. Novena edición. Pág. 291

- [http://tecnologia.idoneos.com/index.php/La\\_velocidad\\_del\\_sonido](http://tecnologia.idoneos.com/index.php/La_velocidad_del_sonido)  
(Historia del Sonido)
  
- [http://www.electricalfacts.com/Neca/Science\\_sp/sound/history\\_sp.shtml](http://www.electricalfacts.com/Neca/Science_sp/sound/history_sp.shtml)  
(Historia del sonido)
  
- La resolución de problemas una estrategia para aprender a aprender. *Pedagogía y saberes*. No. 26, Ene-Jun. 2007, p. 57-66.
  
- *Lang Da Silveira, F.; Moreira, M. A.; Axt, R.* Habilidad en preguntas conceptuales y en resolución de problemas de física. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*, Vol. 10, No. 1, Mar. 1992, p. 58-62.
  
- *Maurines, L.* Los estudiantes y la propagación de las señales mecánicas: Dificultades de una situación de varias variables y procedimientos de simplificación. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*, Vol. 10, No. 1, Mar. 1992, p. 49-57.
  
- *Martín Gordillo, Mariano; González Galbarte, Juan Carlos.* Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque C. T. S. *Revista Iberoamericana de educación*, No. 28, 2002. p. 17-59.
  
- *Oñorbe de Torre, A.; SanchezJimenez, J. M.* Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química: I opiniones del alumno. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*, Vol. 14, No. 02, Nov. 1996, p. 165-170.

- *Osorio, Carlos.* La educación científica y tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. *Revista Iberoamericana de educación*, No. 28, 2002. p. 61-81.
- *Oviedo, Paulo Emilio.* La resolución de problemas como actividad de investigación, una perspectiva de desarrollo pedagógico.
- *Oñorbe de Torre, A.; SanchezJimenez, J. M.* Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química: II opiniones del profesor. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*, Vol. 14, No. 03, Nov. 1996, p. 251-260.
- Quiroga Ch, Jorge. (1975) Física II Editorial Bedout S. A. Decimo cuarta edición. Pág. 52
- Rentería, Rodríguez Edilma. Los trabajos prácticos fundamentados en el proceso de modelización y orientados a la resolución de problemas. *Tesis en el centro de documentación de la Universidad de Antioquia – Colombia.* 2009
- *Solbes, Jordi; Vilches, Amparo.* Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 22, No. 3, 2004. p. 337-348.
- SPSS. Fecha de consulta: 8 de Mayo de 2010. En:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/SPSS>

- Serway, R. A.; (1991) FÍSICA. McGRAW – HILL. Primera edición. Pág. 719.
- Valdés, Pablo; Valdés, Rolando; Guisasola; Santos, Teresa. Implicaciones de las relaciones Ciencia–Tecnología en la educación científica. *Revista Iberoamericana de educación*, No. 28, 2002. p. 101-128.
- Welti, Reinaldo. Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y experiencias didácticas*, Vol. 20, No. 2, Mar. 2002, p. 261-269
- Valero, Michel. (1999) Física 2. Norma S.A. Cuarta edición. Pág. 58.
- Venegas, José. (1961) TEXTO DE FÍSICA II. Talleres de litografía Colombia, S. A. Primera edición. Pág. 1.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### TEST

#### TEST SOBRE CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL SONIDO

Este tipo de pregunta consta de un enunciado y cuatro opciones de respuesta (a, b, c y d). Sólo una de estas opciones responde correctamente la pregunta. Marca la opción que consideres es la correcta.

1. Cecilia y Cindy se comunican continuamente entre los cubículos de las oficinas a través del habla, si se comunican días en los cuales la temperatura en la oficina es diferente, se puede decir que la rapidez con que se recibe el sonido es
  - a) la misma en ambos días, porque esta no depende de la temperatura.
  - b) mayor en los días de mayor temperatura
  - c) menor en los días de mayor temperatura.
2. Julián desea colocar un reloj despertador dentro de una campana de vidrio al vacío ¿se oiría?
  - a) sí, porque el sonido es generado las partículas del medio.
  - b) no, porque en el vacío no hay propagación del sonido.
  - c) sí, porque el reloj puede sonar en cualquier lugar.
  - d) no, porque el reloj está a temperatura ambiente.
3. Un televisor se encuentra prendido con el máximo de volumen. Se acostumbra decir que este "sonido es alto". Desde el punto de vista de la física, esa afirmación es
  - a) incorrecta, porque un sonido alto significa un sonido de frecuencia alta
  - b) correcta, porque un sonido alto es un sonido de longitud de onda pequeña
  - c) incorrecta, porque un sonido alto significa un sonido de frecuencia pequeña
  - d) correcta, porque un sonido alto significa un sonido de longitud de onda pequeña
4. Debido al tono distinguimos entre sonidos
  - a) agudos y graves
  - b) fuertes y débiles
  - c) complejos y simples
  - d) rápidos y lentos
5. El sonido es una onda longitudinal que se propaga en un medio material y cuya frecuencia audible está entre los

- a) 20 y 20.000 Hz.
  - b) 10 y 10.000 Hz
  - c) 5 y 5.000 Hz
  - d) 1 y 1.000 Hz
6. El nivel de intensidad sonora varía cuando cuatro niños lloran que cuando llora solamente uno
- a) No, porque la intensidad no depende del volumen del sonido.
  - b) Si, porque la intensidad del sonido depende de la frecuencia.
  - c) No, porque la intensidad no depende de la frecuencia.
  - d) Si, porque la intensidad depende del volumen del sonido
7. La intensidad auditiva para un ser humano depende de la intensidad física y también
- a) De la distancia a la cual se encuentra la fuente.
  - b) Factores propios de nuestro sistema auditivo
  - c) Del tono que pueda traer la onda sonora
  - d) De la frecuencia y la longitud de la onda sonora
8. Camilo es un niño que carece de visión (es ciego), él escucha las melodías de diferentes instrumentos musicales que toca un amigo. La cualidad del sonido que le permite distinguir entre un instrumento y otro es
- a) El tono
  - b) El timbre
  - c) La reflexión
  - d) La intensidad
9. Daniel está en una habitación y habla a su amigo Giovanni el cual está en la habitación del lado. Giovanni escucha a Daniel porque
- a) el sonido se desplaza en línea recta
  - b) el sonido se refleja
  - c) el sonido tiene la propiedad de curvarse
  - d) el sonido se refracta
10. cuando Daniel se encuentra en la cocina tomando un refresco y le pregunta a su amigo Giovanni, el cual se encuentra en la sala, que si desea un poco, él puede escucharle porque
- a) su voz emite un sonido muy agudo
  - b) su voz bordea los obstáculos de la propagación sonora
  - c) el sonido emitido posee una longitud de onda muy grande
  - d) el sonido que emite su voz es muy grave



## Anexo 2

Evidencias de la implementación de la estrategia.





### Anexo 3

Evidencias de la implementación del test.

