



**A Propósito de la Conceptualización del Sonido como Estrategia para Posibilitar el
Desarrollo de Habilidades Científicas: una Aproximación desde las Consideraciones
Teóricas de Hermann Von Helmholtz**

Lizeth Vanesa Herrera Vélez
Milany García Cobaleda
Paola Lucelly Taramuel Fuelantala

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciadas en Matemáticas y Física

Asesor
Yirsén Aguilar Mosquera, Magister en Educación

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Medellín, Colombia
2022

Cita	(Herrera, García y Taramuel, 2022)
Referencia	Herrera, L. V., García Cobaleda, M. y Taramuel Fuelantala, P. (2022). <i>A propósito de la conceptualización del sonido como estrategia para posibilitar el desarrollo de habilidades científicas: una aproximación desde las consideraciones teóricas de Hermann Von Helmholtz</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP).



Centro de Documentación Educación

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Wilson Bolívar Buriticá.

Jefe departamento: Cártul Valerico Vargas Torres

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mis padres Álvaro Taramuel y María Fuelantala, por ser mis guías constantes y mi razón de ser, que con su amor y cariño incondicional contribuyeron a formar mi proyecto de vida, a mis hermanos; Johana, Sebastián y Santiago por su apoyo y mensajes de aliento en todo momento. A Miguel por su amor incondicional. A mis compañeras Lizeth y Milany por su disposición y entrega para llevar a cabo este trabajo. A mi madre Cecilia Cobaleda Moncada, por ser esa persona incondicional y su compañía, hermana Melissa por ser mi polo a tierra, mi abuela Milany por su sabiduría y a mis compañeras Lizeth y Paola, por su compañerismo y amistad. A mi madre Angela Vélez, por mi apoyo en los momentos más difíciles y darme aliento para cumplir mis sueños y a mis compañeras Milany y Paola por ser mis amigas y apoyarnos unas a otras.

Agradecimientos

En primer lugar, infinitas gracias a nuestra Alma Mater, porque en este espacio adquirimos muchas experiencias y aprendizajes muy enriquecedores para nuestra vida. A los participantes por sus aportes tan significativos para la investigación. A nuestro Asesor Yirsén, por compartir sus conocimientos con nosotras y orientarnos en el proceso. Infinitas gracias a ustedes, su presencia ha constituido el mayor aporte en esta etapa.

Contenido

Resumen	9
Abstract	10
Capítulo uno. Contextualización	11
1.1 Planteamiento del Problema	11
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo General	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
Capítulo dos. Marco Teórico	17
2.1 El Concepto de Sonido en el Contexto de la Enseñanza de la Física	17
2.2 Importancia de la Historia y la Epistemología en la Enseñanza	21
2.3 Caracterización de la Perspectiva de Helmholtz	24
2.3.1 Descripción del Sonido desde la Perspectiva de Helmholtz: una Aproximación desde la Disonancia y Consonancia de Tonos	25
Capítulo tres. Metodología	33
3.1 Enfoque y Método	33
3.2 Contexto de la Investigación	35
3.3 Casos y Criterios de Selección	35
3.4 Consideraciones Éticas	36
3.5 Recolección de la Información	37
3.5.1 Sesión 1	39
3.5.2 Sesión 2	40
3.5.3 Sesión 3	41
3.6 Sistematización y Análisis	42
Capítulo cuatro. Hallazgos	46

4.1 Una Manera de Caracterizar el Sonido como Onda desde la Perspectiva de Helmholtz	46
4.1.1 Cualidades del Sonido: Tono, Timbre, Intensidad y Duración	46
4.1.2 Propagación de la Onda	51
4.2 Uso de Habilidades Científicas en la Explicación de Situaciones Relacionadas con el Sonido	58
Capítulo cinco. Implicaciones Didácticas	62
5.1 Reflexiones Sobre la Enseñanza de la Ciencia	62
5.2 Propuesta del Ciclo Didáctico	64
5.2.1 Ciclo Didáctico	64
Capítulo seis: Consideraciones Finales	76
Referencias	79
ANEXOS	83
ANEXO 1 (ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO)	83
ANEXO 2: Instrumentos	84
ANEXO 3 Sistematización de los instrumentos (1,2 y 3)	90

Lista de Tablas

Tabla 1. Técnicas de recolección de la información **¡Error! Marcador no definido.****Tabla 2.** Caracterización del sonido como onda **¡Error! Marcador no definido.****Tabla 3.** Habilidades científicas relacionadas con el sonido**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla de Figuras

Figura 1.	26
Figura 2.	29
Figura 3.	30
Figura 4.	68
Figura 5.	69
Figura 6.	70
Figura 7.	71
Figura 8.	72
Figura 9.	73

Siglas, acrónimos y abreviaturas

Hz	Hertz
MEN	Ministerio de Educación Nacional
PEI	Proyecto Educativo Institucional

Resumen

Esta investigación nació del deseo de indagar y comprender cómo a través de experiencias cotidianas relacionadas con la música podemos abordar conceptos físicos, y propiciar experiencias científicas donde el maestro y el estudiante logren acercarse al concepto de onda.

Partimos de los planteamientos de Hermann Von Helmholtz sobre la teoría del sonido explicado a través de experimentos musicales, con lo que se buscó comprender el comportamiento y las características de la onda sonora.

A partir de esto quisimos plantear una forma alterna para abordar este concepto, con los chicos del grado undécimo, que, según la malla curricular dada por el ministerio de educación, es el grado donde se debe abordar las ondas mecánicas, las cuales se deberían enseñar desde la luz y el sonido, pero en nuestra experiencia como estudiantes notamos que el acercamiento desde el sonido no se aborda con tanta regularidad.

En esta propuesta los estudiantes aparte de comprender mejor la parte física, también pueden potenciar y desarrollar habilidades científicas como: el análisis, la recolección de datos, la exploración, la argumentación y el trabajo en equipo.

Finalmente, a partir de la actividad experimental y de los discursos sobre el papel del sonido en la enseñanza de las ondas, se plantearon implicaciones didácticas que posibilitan significar la experimentación y el debate como escenarios para construir explicaciones científicas.

Palabras clave: Onda, Sonido, Concepto, Habilidades Científicas

Abstract

This research was born out of the desire to investigate and understand how through everyday experiences related to music we can approach physical concepts and promote scientific experiences where the teacher and the student can approach the concept of wave.

We started from Hermann Von Helmholtz's approach to the theory of sound explained through musical experiments, with which we sought to understand the behavior and characteristics of the sound wave.

Based on this, we wanted to propose an alternative way to approach this concept with children in the eleventh grade, which, according to the curriculum given by the Ministry of Education, is the grade where mechanical waves should be approached, which should be taught from light and sound, but in our experience as students we noticed that the approach from sound is not approached with such regularity.

In this proposal, students, apart from better understanding the physical mechanics of waves, can also enhance and develop scientific skills such as: analysis, data collection, exploration, argumentation and teamwork.

Finally, based on the experimental activity and the discourses on the role of sound in the teaching of waves, didactic implications were raised that make experimentation and debate possible as scenarios for constructing scientific explanations.

Key words: Wave, Sound, Concept, Scientific Skills.

Capítulo uno. Contextualización

En este capítulo se presenta los elementos que justifican la problemática, objeto de investigación. Además, se formula el problema y los objetivos que encaminan el proceso investigativo.

1.1 Planteamiento del Problema

Algunos análisis realizados en reflexiones teóricas como en Matthew (1994), señalan “Las clases de ciencias, como espacios donde se recitan fórmulas y ecuaciones, y se le da poco valor al significado” (p.2); es decir, el modo expositivo en las clases no suele relacionarse con procesos de enseñanza y de aprendizaje que sean significativos para los educandos, modalidad esencial para generar pautas de comprensión teórica y aplicación práctica de interés personal. Es por esto que en la educación media se puede evidenciar la falta de interés de algunos estudiantes por aprender y comprender la física. Quizá esto se debe a la falta de estrategias por parte de los maestros al momento de impartir algún concepto, ya que, en la mayoría de los casos centran las explicaciones en la aplicación de procedimientos mecánicos y dejan de un lado, la experimentación, la intuición y el construir el concepto conjuntamente con el estudiante. (Muñoz, 2010)

Al impartir clases de la manera tradicional (modelo expositivo) se propician espacios poco reflexivos de la ciencia y para la ciencia, ya que, al darle prioridad a la memorización de algoritmos y conceptos, no se garantiza el aprendizaje, el resolver un ejercicio no implica una reflexión sobre el proceso de conceptualización, sino el manejo de fórmulas, y la memorización de definiciones (Morcillo et. al, 2017). Esto nos lleva a pensar que la forma de enseñar juega un papel importante en el interés por parte de los estudiantes hacia las ciencias. Al respecto, Ruiz y Delgado (2013), afirman que:

Uno de los problemas detectados en la enseñanza y aprendizaje de la física es la utilización de fórmulas, reglas y algoritmos, que son aprendidas y aplicadas por los estudiantes de forma mecánica, no significativa; con lo cual, no se profundiza en el contenido conceptual del tema estudiado, trayendo como consecuencia un alto índice de estudiantes aplazados por el poco conocimiento de los conceptos básico y fundamentales (p.180).

También coincidimos con estos autores cuando señalan que, si bien las fórmulas son fundamentales en la solución de situaciones físicas, además del uso de estas, en la enseñanza de la física se debería dar espacios para la reflexión y análisis de las fenomenologías, entendiendo esto como el estudio filosófico y metodología que se enfoca en las experiencias de vida, observaciones y análisis respecto de un suceso, lo cual posibilita una mejor comprensión de los fenómenos físicos y desarrollo de habilidades científicas en a los estudiantes (Ruiz y Delgado, 2013).

Como caso particular de lo antes descrito, están los fenómenos que involucran la propagación del sonido. Si bien antes se hizo relación directa a los algoritmos en general, en este caso se hace especificidad sobre el concepto de ondas mecánicas. Así, según Castellanos:

Desde la experiencia como docente noto que algunas de las temáticas en física se ven sesgadas únicamente a la parte conceptual sin tener mayor relevancia dentro del currículo en ciencias; una de ellas es el concepto de ondas mecánicas. Sobre este panorama nacional, se puede observar también que los documentos curriculares plantean el sonido como contenido implícito dentro del tema general de ondas, lo que genera que en la organización curricular no se trabaje con profundidad el tema y para los estudiantes de secundaria tanto el concepto como el contenido se vea suscrito solamente a la definición de forma somera. (2019, p.11).

Por ende, la manera como se aborda este fenómeno se puede prestar para malas interpretaciones por parte de los estudiantes; esto es, a partir de contenidos que no serían aprehendidos de manera efectiva por parte de los educandos, haciendo hincapié en la reducida aplicación práctica y/o experimentación (Helmholtz, 1912).

Es importante decir que cuando se enseñan temas como el sonido de forma expositiva, los estudiantes realizan procesos poco reflexivos, donde no logran articular estas situaciones con otras, que faciliten su comprensión, así como lo menciona Muñoz (2010):

El que los estudiantes se les dificulta 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. (pp.11-12)

Por otra parte, apoyándonos en Muñoz (2010) podemos decir que,

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. (p.11)

Ahora bien, el problema no solo radica en dar fórmulas y conceptos complejos, sino también en que suele presentarse un reducido interés (así como preocupación) de los docentes ante la necesidad de confeccionar materiales para las clases, materiales que permitan una interacción entre el educando, los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Serway y Jewett, 2009).

Relacionado con lo anterior, surge el cuestionamiento sobre la necesidad de pensar en propuestas de enseñanza contextualizada donde el estudiante construya con rigor estos conceptos y desarrolle habilidades científicas en torno a sus aprendizajes y se pueda evidenciar habilidades como trabajo en equipo, respetar la opinión de sus compañeros y ser más consciente del aprendizaje propio.

Lo anterior es reafirmado por Muñoz (2010), cuando expresa que:

[...] 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. (pp.11-12)

En la experiencia que tuvimos durante la época del colegio pudimos observar que las clases de ciencias solo se enfocan en dar una enseñanza mecánica expositiva, donde todo está determinado y los estudiantes solo obedecen a lo que los profesores dicen, no se nota que los maestros contextualice la clase, por ejemplo en una clase donde se dé como tema el sonido, los maestros no dejan claro que es un fenómeno ondulatorio y que este transporta energía mas no materia, o si lo dicen no es suficientemente ilustrativo para que los estudiantes comprendan cómo se lleva a cabo este proceso (Muñoz, 2010).

Por ello interpretamos que a pesar de enseñar temas como el sonido los estudiantes no logran comprender ni vincular esto con su entorno, ya que los resultados que arrojan estas investigaciones ponen de manifiesto lo insuficiente que resultan las propuestas de enseñanza, y las metodologías utilizadas en clase.

Al respecto, Muñoz (2010), indica que, “[...], 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” (p.11). Por ello se hace necesario idear estrategias de enseñanzas las cuales tengan énfasis en la resolución de situaciones problemas asociadas a la cotidianidad, más que realizar ejercicios algorítmicos que se convierten en ejercicios mecánicos y al final no redundan en conocimiento valioso para el estudiante. Estas consideraciones motivan indagar por ¿qué estrategias, que involucren por ejemplo la música, permiten una comprensión del sonido?

Por otra parte, Ballester (2002) plantea que “El aprendizaje significativo se desarrolla a largo plazo, es un procedimiento de contraste, de modificación de los esquemas de conocimiento, de equilibrio, de conflicto y de nuevo equilibrio otra vez (p.234), razón por la cual las mencionadas estrategias ligadas a los procesos de enseñanza y de aprendizaje resultan cruciales para generar pautas didácticas desde el comienzo de las clases, situación problemática que se relaciona con el presente estudio.

Derivado de lo anterior, la problemática versa en la necesidad de generar procesos de enseñanza y de aprendizaje relacionados con la adquisición de conocimientos que se hallen permeados por una contextualización histórica y epistemológica e interacción con diferentes saberes, para potenciar de una mejor manera el aprendizaje de los estudiantes y con esto, buscando que guarden estas experiencias en la memoria a largo plazo, y que logren comprender con mayor profundidad el tema. Al respecto Gimeno y Pérez (2002) señalan:

La enseñanza puede considerarse como un proceso que facilita la transformación permanente del pensamiento, las actitudes y los comportamientos de los alumnos/as, provocando el contraste de sus adquisiciones más o menos espontáneas en su vida cotidiana con las proposiciones de las disciplinas científicas, artísticas y especulativas, y también estimulando su experimentación en la realidad. (p. 81)

En otras palabras, el presente estudio trata sobre la necesidad de generar estos parámetros ligados a los procesos de enseñanza y de aprendizaje, de carácter significativo para facilitar no solo la comprensión de los contenidos, sino de aplicarlos en la resolución de problemas académicos y de la vida real.

Entonces con este trabajo buscamos abordar el sonido como un caso particular, que su enseñanza y aprendizaje vaya más allá del algoritmo y que, por el contrario, su enseñanza plantee reflexiones sobre el fenómeno que permita desarrollar habilidades científicas en los estudiantes, para que sean más competentes frente a los desafíos del mundo actual.

Las situaciones anteriormente descritas nos motivan a indagar ¿Cuáles son las posibles contribuciones del estudio histórico epistemológico de los planteamientos de Helmholtz sobre el sonido que posibilitan el desarrollo de habilidades científicas?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Analizar posibles contribuciones del estudio histórico epistemológico de los planteamientos de Helmholtz sobre el sonido que posibilitan el desarrollo de habilidades científicas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar los aspectos epistemológicos de la conceptualización del sonido en la obra *On The Sensation of Tone* de Helmholtz que permite el desarrollo de habilidades científicas.
- Identificar habilidades científicas en los discursos de seis casos, cuando abordan situaciones relacionadas con el sonido.

Capítulo dos. Marco Teórico

2.1 El Concepto de Sonido en el Contexto de la Enseñanza de la Física

Varias investigaciones analizadas como las de Welti (2002), Valero (1999) y Solbes (2004), reportan que en la enseñanza se evidencia la falta de interés de los estudiantes hacia la ciencia, se hace explícito que esto se deriva de dificultades a la hora de comprender datos, fórmulas y conceptos, acompañado de una disminución en la atención y la curiosidad por esta área; estas investigaciones también señalan la falta de estrategias que permitan mejorar el aprendizaje de conceptos, entre estos el concepto de sonido.

El tema de las ondas, según los lineamientos curriculares se debe abordar en el grado undécimo, en particular lo relacionado con el sonido, y aunque se aborda, su tratamiento consiste en la memorización de fórmulas y datos, y se le da poca prelación a la contextualización de saberes y a la experimentación, aspectos claves para el análisis y las reflexiones que posibilitan el desarrollo de habilidades científicas (Muñoz, 2010).

Básicamente, el concepto de sonido debe considerarse como la sensación que se produce en el oído por parte de un conjunto de vibraciones propagadas a través del aire (un medio elástico), así como en la aplicación práctica (inmediata) mediante trabajos prácticos para su aprehensión y comprensión dentro del aprendizaje significativo (García Pérez, 2004).

Ausubel et al. (1983) propone la distinción entre dos tipos de procesos diferentes que incluyen cada uno dos clases, por un lado, el aprendizaje por recepción (el alumno recibe los contenidos que debe aprender en forma final, acabada, no necesita realizar ningún descubrimiento) y el aprendizaje por descubrimiento (conlleva una actividad de elaboración por parte del alumno, de reorganización del material ante la estructura cognoscitiva propia, es decir, lo que ya posee y

limita); por otro, el aprendizaje significativo y el mecánico, presentados por una relación de oposición.

De especial interés para nuestra investigación, el aprendizaje significativo es un concepto que se afianza firmemente a la concepción constructivista del aprendizaje, y a cuya caracterización nos remitiremos a continuación. Para que el aprendizaje significativo tenga lugar en una persona, debe cumplimentarse al menos tres condiciones:

- Los nuevos materiales que van a ser aprendidos deben ser potencialmente significativos para poder ser relacionados con las ideas relevantes que posee el sujeto.
- La estructura cognoscitiva previa del sujeto debe poseer necesariamente ideas relevantes para que puedan ser relacionadas con los nuevos conocimientos.
- El sujeto debe manifestar una disposición significativa hacia el aprendizaje, lo que plantea la exigencia de una actitud activa y la importancia de los factores de atención y motivación.

En este sentido, y considerando que la estructura cognoscitiva del ser humano se organiza jerárquicamente (niveles de abstracción, generalidad e inclusividad de ideas o conceptos), Ausubel et al. (1983) refiere que el aprendizaje de un contenido implica necesariamente la atribución de un significado al mismo, en términos estrictos de la mención, es decir, cuando el aparato cognoscitivo de la persona construye el conocimiento, elaborándolo a partir de múltiples relaciones entre lo que se posee y lo que se presenta como nuevo, siempre por medio de la asignación de un valor determinado por el cual aquél es reflexionado, adaptado a las propias necesidades y limitaciones.

En las escuelas el concepto de sonido, suele enseñarse bajo la modalidad tradicional; esto es, de manera expositiva, lo cual conlleva problemáticas de comprensión más allá de la memorización de conceptos y fórmulas. Asimismo, tiende a darse por implícito el tema de ondas, no diferenciando entre estas y el sonido en sí mismo. Por su parte, no hay tantos materiales que

ayuden en la experimentación ni debates en torno a situaciones con el sonido (Reyes-González y García-Cartagena, 2014).

Cuando impartimos el conocimiento de manera descontextualizada este proceso no es tan valioso para el estudiante, pues, no logran comprender por qué surgen las cosas, no da lugar a analizar cómo se lleva a cabo el proceso.

Incluso, el sonido, según Moreno (2000), actualmente representa un recurso didáctico de gran amplitud en lo que respecta a su uso y efectividad, considerando las variantes naturales (por ejemplo, la voz) y las tecnológicas (por ejemplo, documentos sonoros).

El conocimiento de acuerdo con lo anterior es fundamental para que el estudiante se forme, y para nosotras es una problemática que los jóvenes no solo no puedan aprender o tener un aprendizaje significativo, sino también la poca adquisición que tiene de estos para desarrollar sus habilidades científicas.

El desarrollo habilidades científicas lo podemos ver como capacidades que surgen a partir de un aprendizaje significativo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje propios de la dinámica pedagógica, con el fin de que los estudiantes adquieran herramientas que los ayuden a afrontar las problemáticas de la vida cotidiana.

Actualmente, la enseñanza de las ciencias en la escuela es un desafío que los docentes de las instituciones educativas tienen; por lo tanto, se deben implementar metodologías que construyan ideas claves de ciencia entre los estudiantes, a través de espacios de investigación e indagación donde puedan explorar y aprender situaciones, y al mismo tiempo promover el cuidado del entorno que habitan (Furman y Podestá, 2009).

Los conocimientos de formación cambian constantemente y se deben desarrollar en los estudiantes habilidades que les permitan resolver desafíos de la vida diaria. La idea es formar seres

íntegros capaces de razonar y dar solución a las problemáticas del mundo actual. En este orden de ideas, las habilidades científicas deben entenderse como las capacidades que la persona posee para conocer, describir, comprender y explicar los fenómenos que acontecen en el marco de la realidad; es decir, de la naturaleza, sean de índole física, química, biológica, psicológica, social, etc. (Reyes-González y García-Cartagena, 2014).

Así mismo, Di Mauro et al. (2015) nos menciona que la ciencia es el “saber hacer que incluye el conjunto de habilidades y formas de pensar mediante las cuales este conocimiento se ha construido” (p.3). En razón con esta concepción, se mencionan los que componen dicha práctica científica, en tanto,

La identificación de problemas, la formulación de preguntas investigables, la formulación de hipótesis y predicciones, el diseño y la realización de experimentos (con ello la observación, medición, clasificación y seriación, recolección de datos, interpretación de resultados, elaboración y comunicación de conclusiones). (Arons, 1977, citado en Di Mauro, Furman y Bravo, 2015, p. 3)

Con relación a lo anterior, los autores enfatizan en desarrollar habilidades científicas en los estudiantes, ya que reconocen esta etapa como fundamental en el proceso formativo, también mencionan la necesidad de implementar objetivos claros en los programas escolares que conduzcan a la construcción de conocimiento científico en el campo de la ciencia basado en el contenido que permita explorar y analizar diversas situaciones facilitando el desarrollo de habilidades (Sanmartín y Reátiga, 2020). Desde lo planteado en el MEN (2004), la exploración de hechos y fenómenos, como escenario para dar explicaciones a situaciones relacionadas con el sonido, trabajo en equipo, crítica y apertura mental.

Específicamente, la exploración de hechos y fenómenos refiere a la primera aproximación investigativa sobre una problemática de lo acontecido y relacionado con ella. Esto representa el primer marco de conocimientos que adquiere el investigador o estudiante en tanto la posterior elaboración de interpretaciones y explicaciones de los fenómenos o problemáticas la realidad. El trabajo en equipo se relaciona con la realización de las actividades escolares o de investigación, según corresponda, de manera sistemática en función a las capacidades, habilidades y requerimientos de un grupo de personas. La crítica se relaciona con las interpretaciones de los datos obtenidos en tanto el análisis de la problemática. La apertura mental se relaciona con el proceso cognitivo que acontece durante todo el procedimiento pedagógico-investigativo, derivado tanto de un aprendizaje significativo como expositivo-mecánico (Sanmartín y Reátiga, 2020). Las habilidades anteriormente descritas, son en las que nos vamos a enfocar, y el camino más asertivo para posibilitar el desarrollo de estas habilidades es mediante el uso de la historia y la epistemología.

2.2 Importancia de la Historia y la Epistemología en la Enseñanza

Desde la perspectiva de Carr (1991), existen dos modos básicos de significar la historia. En uno, la “historia consiste en un cuerpo de hechos verificados. Los hechos los encuentra el historiador en los documentos, en las inscripciones” (Carr, 1991, p.12). La podríamos llamar “historia común” porque se recopilan datos de sucesos que son importantes para aquella época. Aquí se hace énfasis a no perder la esencia o la originalidad de cada suceso; los datos y eventos del pasado se reconstruyen tal como sucedieron. En estas condiciones, la historia es tratada como una acumulación de información o hechos del pasado, el historiador solo tiene que organizarlos sin cambiarlos, por lo que el proceso de aceptación del sujeto es pasivo, porque la información hace historia dado que los datos hablan por sí mismos (Aguilar, 2006).

El otro modo de significación de la historia, Carr (1991) la llama “Historia interpretativa” hechos contruidos socialmente, la cual refiere a la contextualización de la “historia común”; es decir, no se presentan los datos históricos de manera absoluta, sino que poseen un contexto de interpretación, principalmente filosófico (asociado al paradigma filosófico-científico en vigor). En otras palabras, la información no habla por sí misma, sino a través de tal contexto de interpretación. En este sentido, claramente, la historia interpretativa derivaría en una mayor eficacia ante el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes, dado que parten de un paradigma filosófico-científico que ofrece modelos de interpretación tanto conceptual como práctica (Álvarez Lires et. al., 2013).

La elección de esta modalidad histórica interpretativa para el desarrollo de las habilidades científicas de estudiantes se justifica en tanto que la misma provee a los estudiantes de un modelo (o modelos) de interpretación de datos (en este caso, el que posee validación a nivel científico contemporáneo) y, por ende, para la exploración de hechos y fenómenos, análisis de problemas y establecimiento de pautas de intervención.

Además, se parte del reconocimiento de una gran utilidad de la historia y la epistemología para la construcción de conceptos de ciencia, dado que incluso la exploración de hechos y fenómenos precisa de un marco de referencia conceptual y práctico, en tanto la utilización de procesos hipotéticos-deductivos (Álvarez Lires et. al., 2013).

La historia y epistemología en la enseñanza puede propiciar el desarrollo de habilidades científicas, ya que motiva y despierta el interés por la ciencia. Así mismo, proporciona una mejor comprensión de conceptos científicos, mostrando la dinámica de su desarrollo y construcción; promueve la comprensión de cómo se crean y validan los diferentes productos de investigación; permite establecer conexiones entre el contenido científico y los intereses éticos, culturales y

políticos en el contexto en el que fueron creados (Matthew, 1994). Lo anterior crea bases cognitivas en el alumno hacia la construcción de su propio conocimiento, donde sea capaz de estructurar sus propias preconcepciones y lo lleven a enfrentarse con lo que ya está preestablecido, haciendo un trabajo reflexivo y crítico; nuevamente, se hace referencia al aprendizaje significativo (Ausubel et al., 1983). Además, el uso de la historia en la enseñanza puede arrojar luz sobre ideas y métodos olvidados que pueden ayudar a resolver problemas científicos, conceptuales y metodológicos (Aguilar, 2006).

Así pues, la historia y la epistemología permite analizar el origen y evolución de los distintos conceptos, los cuales están permeados por el contexto que son una base fundamental para entender la construcción del conocimiento que es dado, inicialmente, por la interacción social y por las dinámicas sociales. Es mediante la interacción que el sujeto se reconoce y percibe lo que proviene del exterior. Para el proceso de enseñanza se deben articular tanto la perspectiva del docente como los requerimientos, capacidades y necesidades de los educandos, para que así la construcción de conocimientos sea conjunta y productiva y, por ende, los nuevos conocimientos adquiridos serán relacionados a las situaciones concretas de la vida cotidiana. La historia interpretativa es útil como punto de partida para conocer las bases en las que se ha sustentado, se sustenta y se sustentará una determinada ciencia, mientras que la otra perspectiva histórica bien puede representar el fin en los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Carr, 1991).

De este modo, podemos decir que el enfoque histórico, el cual permite recrear los problemas que surgieron originalmente en la física, propicia no solo una reflexión conceptual de los problemas originales, sino que, además, permite una reorganización conceptual desde diferentes enfoques, lo que fortalece tanto los componentes disciplinares como pedagógico-

didácticos, porque pueden darse diferentes enfoques al resolver una misma pregunta (Aguilar, 2006).

En este contexto de interpretación la perspectiva de Helmholtz goza de gran aplicabilidad y reconocimiento actual, dada su manera de proceder tan experimental, como forma puntual de aplicar la perspectiva interpretativa de la historia.

2.3 Caracterización de la Perspectiva de Helmholtz

Hermann Von Helmholtz fue un médico y científico alemán cuyo interés era extender su teoría de la percepción al sentido del oído, intentando sintetizar las leyes de la armonía musical con los elementos básicos más simples posibles y así poder encontrar una explicación científica para la consonancia y la disonancia de los tonos musicales, basándose en que la calidad del tono depende de la serie de armónicos que la componen, donde cada tono posee una frecuencia específica, que es detectada por una fibra nerviosa individual, las cuales convierten en sonido las vibraciones obtenidas (Rodríguez, 2013).

Helmholtz es reconocido entre varios trabajos por el desarrollo teórico y experimental en el campo de la acústica y la musicología el cual sintetizó en el texto “Sobre las sensaciones del tono como bases fisiológicas para la teoría musical”. En su trabajo analizó espectros musicales aplicando series como la de Fourier, la ley de Ohm y la teoría de resonadores, con el fin de proporcionar una mayor comprensión a la combinación de tonos, la disonancia, y la consonancia, como se forman e interacción de las ondas sonoras y el papel de la percepción humana.

Desde la perspectiva de Helmholtz (1912), prima el diálogo de saberes alrededor de sus construcciones teóricas, permitiendo la estructuración de prácticas educativas en un ambiente muy particular como es la música, donde se logra aportar diferentes perspectivas a la forma de comprender de los estudiantes.

Específicamente, desde los desarrollos de Helmholtz (1912), la significación de las habilidades científicas se ha sustentado de manera exclusiva en los trabajos sobre timbres armónicos y afinaciones, generados en la conocida lista del autor, que consta de intervalos de dos tonos ordenados por la consonancia y disonancia, lo cual, no solo hace a los aspectos de la física relacionados, sino también a los biológicos del ser humano, en tanto la consonancia y la disonancia se presentan biológicamente dependientes de los sonidos más consonantes, mientras que culturalmente dependientes de aquellos más disonantes. En otras palabras, los fenómenos de consonancia y disonancia, aplicables en primer término a la física y a la musicología, se interpretan en términos históricos epistemológicos asociados a la naturaleza humana, lo cual crea un amplio contexto interpretativo.

Otro elemento característico dentro de su manera de proceder es el constante uso de ejemplos cotidianos, que ayudan a contextualizar y comprender algunos conceptos, por ejemplo a la pregunta, ¿Cómo perciben la superposición de ondas los ojos y los oídos?, se plantean dos situaciones, primera, cuando se deja caer en lugares diferentes de una misma superficie, dos gotas de agua, cada una genera una onda, que al encontrarse producen la superposición de las ondas, y no se destruyen, sino que estas siguen avanzando después del encuentro conservando sus propiedades.

2.3.1 Descripción del Sonido desde la Perspectiva de Helmholtz: una Aproximación desde la Disonancia y Consonancia de Tonos

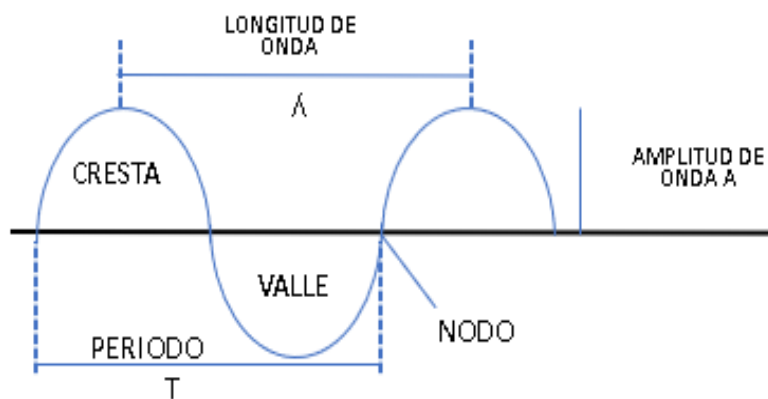
En la física, los fenómenos ondulatorios son perturbaciones periódicas del medio en que se mueven, donde se transmite la vibración o perturbación y la energía que lleva asociada, pero no hay transporte de materia, es decir las ondas sonoras son cambios de estado de presión y densidad de medios continuos como gases y sólidos, en donde hay una transferencia de energía entre las

secciones del medio. En otras palabras, una onda, desde el marco interpretativo del sonido, es una onda expansiva perceptible por el oído humano (Gómez, 2017).

Todos los movimientos periódicos se representan como combinaciones de movimientos armónicos simples, en esta ocasión nos enfocamos en las ondas sonoras las cuales son un tipo de onda sinusoidal, es decir: una de las formas más simple de onda periódica continua y que posee una serie de regiones de altas y bajas presiones que viajan en el aire, formando valles y crestas.

Figura 1.

Dibujo de una onda



Nota. Creación propia

De acuerdo con el modelo planteado, cuando se genera un pulso sobre un gas confinado, las diferentes secciones de dicho medio oscilan en la misma dirección de la propagación del pulso, de forma que en un instante dado el gas en una parte se contraen y después se expanden, estas compresiones y expansiones del medio generan cambios en la cantidad de gas en cada zona del medio, lo que genera que la densidad varía con el tiempo y por tanto la presión. Es por eso que las ondas sonoras son ondas de presión, ya que esta variable de estado cambia a medida que nos movemos sobre el medio en el tiempo.

Cuando una onda se mueve paralelo a la dirección de propagación se le llama onda longitudinal. Las ondas sonoras son otro ejemplo de ondas longitudinales, es decir la propagación del sonido se genera en todas las direcciones en forma radial teniendo como centro la fuente sonora. La ecuación general de onda está dada por:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \quad (2.1)$$

Donde φ es la función de onda y depende de los parámetros espaciales y temporales, respectivamente. El parámetro v es la rapidez de propagación de la onda sonora; esta rapidez depende de las características elásticas inerciales del medio como la densidad de masa (ρ) y el módulo volumétrico de deformación (β). El módulo de deformación es una propiedad de los cuerpos, la cual nos dice la oposición que tiene un cuerpo al dejarse deformar.

Las ondas poseen otras cualidades como: longitud, periodo, frecuencia, velocidad. Con longitud de onda (λ) nos referimos a la distancia consecutiva de dos crestas o dos valles, teniendo en cuenta que una cresta es la parte superior de una onda, y el valle es la parte más baja de la onda, como lo podemos apreciar en la figura 1; esta longitud la medimos generalmente en metros, la frecuencia (f) es el número de oscilaciones producidas en un segundo y se mide en Hz y el periodo (T) es el tiempo que tarda una partícula en realizar la oscilación completa, este es inversamente proporcional a la frecuencia y se mide en segundos, su velocidad de propagación (v) depende de las propiedades del medio en el cual se desplaza y podemos relacionar estos términos con la siguiente expresión.

$$\lambda = \frac{v}{f} = v * T \quad (2.2)$$

Ahora, respecto a las cualidades del sonido podemos diferenciar, timbre, tono, intensidad y duración.

El timbre es lo que nos permite distinguir una nota de la misma frecuencia e intensidad producida por instrumentos diferentes. Está determinada por los armónicos, estos contribuyen a la percepción de la calidad de sonido o timbre.

La intensidad hace referencia al volumen con que suena una nota, es decir, aunque dos o más fuentes sonoras suenen en la misma frecuencia y tengan el mismo timbre, una puede sonar más fuerte que la otra dependiendo del medio de propagación y que tan lejos o cerca se encuentre la fuente del receptor.

La intensidad de sonido se define como la potencia acústica transferida por una onda sonora por unidad de área normal a la dirección de propagación, La unidad utilizada por el Sistema Internacional de Unidades es el vatio por metro cuadrado, El oído humano tiene la capacidad de escuchar sonidos a partir de una intensidad de 10 W/m^2 . Esta intensidad se conoce como umbral de audición. Cuando la intensidad supera 1 W/m^2 , la sensación se vuelve dolorosa.

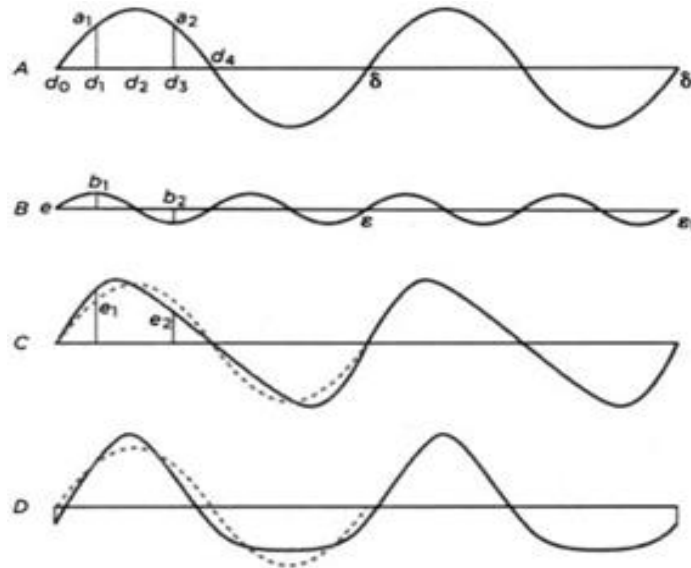
El tono hace referencia a la frecuencia, es decir la cantidad de oscilaciones por segundo, cuanto mayor sea su frecuencia más (alto o bajo) o (agudo o grave) respectivamente se escuchará el sonido y la duración hace referencia a la relación con el tiempo que perdura la vibración de un sonido.

En relación con las ondas armónicas, Helmholtz (1912) explica que,

En la figura 2. Las curvas A y B representan dos tonos simples, que se diferencian en que la longitud de onda de B es el doble que la de A y, por tanto, su tono es una octava más alto. C y D representan las ondas que resultan de superponer A y B. En C los dos puntos iniciales de las ondas A y B coinciden en el mismo punto. En D la onda B se ha desplazado de manera que la depresión de B coincide con el punto inicial de A. El resultado son dos

formas de onda distintas. C tiene subidas más acusadas y bajadas más suaves. D tiene crestas más afiladas y depresiones planas. (p.31)

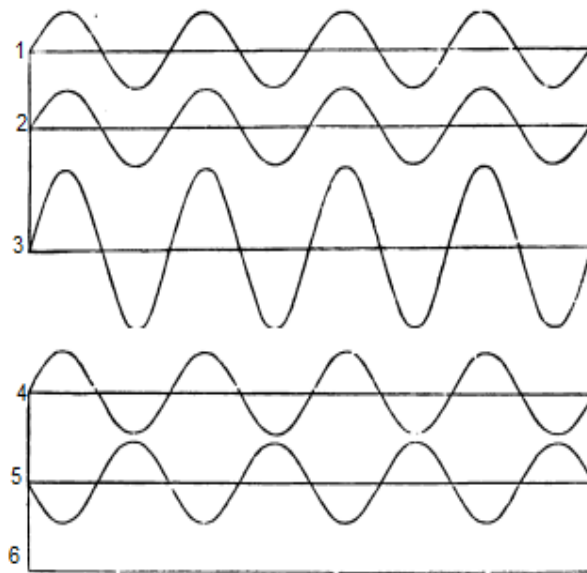
Figura 2. Representación de una onda armónica



Tomado de: *Helmholtz* (1912, p.30)

Esta superposición de ondas nos sirve para entender cómo cualquier sonido musical complejo puede ser considerado como una mezcla de la frecuencia fundamental y sus armónicos con diferentes amplitudes.

Figura 3. Interferencia según Helmholtz



Tomado de: *Helmholtz* (1912, p.160).

Respecto a las interferencias Helmholtz (1912) nos sugiere, supongamos que un punto del aire o del oído es puesto en movimiento por alguna fuerza sonora, y que su movimiento está representado por la curva 1, figura 3. Ahora, consideremos que el segundo movimiento es precisamente el mismo al mismo tiempo y que está representado por la curva 2, de modo que las crestas 2 caen sobre las crestas de 1, y también los valles de 2 sobre los valles de 1. Si ambos movimientos proceden a la vez, el movimiento total será la suma, representada por 3, una curva del mismo tipo, pero con crestas dos veces más altas y valles dos veces más profundos que los de cualquiera de los otros. Como la intensidad del sonido es proporcional al cuadrado de la amplitud, tenemos por tanto un tono no del doble sino del cuádruple de cualquiera de los otros. [...] La intensidad del sonido también se convierte en nada, y cuando los movimientos se anulan de este modo dentro del oído, la sensación también cesa; y aunque cada movimiento individual actuando solo excitaría la

correspondiente sensación auditiva, cuando ambos actúan juntos no hay sensación auditiva en absoluto. (p.160)

Podemos decir que la interferencia es un fenómeno ondulatorio importante que nos permite explicar fenómenos como la escucha, por que al momento de que se superponen ondas de igual frecuencia, el resultado de la interferencia depende de la diferencia de fase entre ellas, y este cambio es perceptible por el oído, ya que la sensación de escuchar consiste precisamente en lo que matemáticamente expresamos mediante el teorema de Fourier.

Helmholtz (1912) basó su teoría de la audición en la hipótesis de que cada tono de una frecuencia era sentido por una fibra nerviosa individual que estaba conectada con un resonador de la frecuencia correspondiente.

Todo lo anterior lo podemos precisar en lo que Helmholtz llamaba consonancia; dentro de la disonancia acuñó el término de batimiento con el cual se refería a las interacciones de dos tonos que no poseen la misma frecuencia, los batimientos son variaciones periódicas de la amplitud en un punto donde se superponen dos ondas que tienen frecuencias ligeramente diferentes. Específicamente, Helmholtz refirió la consonancia como la coincidencia de parciales, aunque luego fue considerada por el mismo autor al abarcar timbres no armónicos y sus afinaciones relacionadas. Por su parte, la disonancia refiere a los timbres armónicos y sus afinaciones relacionadas. En este punto cabe enfatizar en lo ya mencionado respecto de las implicaciones biológicas de la percepción humana, en tanto, por ejemplo, la disonancia suele asociarse al resultado de la respuesta cerebral a percepciones de sonido raras o inusuales (Helmholtz, 1912).

La consonancia y disonancia son claves para Helmholtz, pues a partir de esto es que construye la teoría de la armonía desde una reforma de la acústica fisiológica unificándola con la

teoría de la ciencia, física y filosofía; aquí es donde nace esta relación física-música que aporta a nuestra investigación una manera diferente de abordar el sonido.

Capítulo tres. Metodología

En este capítulo se aborda el proceso de cómo se hizo la investigación. Al respecto se presenta el enfoque, el método y los propósitos que orientaron el proceso. Igualmente, se documenta como se recolectó y analizó la información precisando las características de los informantes (casos) y el contexto donde se desarrolló la investigación.

3.1 Enfoque y Método

La investigación cualitativa se fundamenta, básicamente, en el abordaje de hechos y fenómenos desde una perspectiva holística; si bien se reconocen ciertos modelos teóricos y prácticos sobre la problemática, no se asumen modos de proceder sobre las unidades de análisis (Hernández-Sampieri et. al., 2014). Al respecto, Stake (1995) indica que “El investigador cualitativo destaca las diferencias sutiles, la secuencia de los acontecimientos en su contexto, la globalidad de las situaciones personales” (Stake, 1995, p.8).

La presente investigación se desarrolla con un enfoque cualitativo, dado que la misma se sustenta en la obtención de producciones verbales de los elementos muestrales, producciones que no fueron codificadas de ninguna manera, sino relevadas y analizadas en tanto su contenido. Esto nos favorece en el proceso de cómo significar el tema del sonido. El enfoque cualitativo, también se justifica porque nos apoyamos en la recolección de datos no estandarizados, pues no seguimos una norma o patrón, lo que hizo el proceso flexible.

Al reconocer que el enfoque de nuestra investigación es cualitativo, distinguimos la importancia del rol de los participantes; en este caso participantes del grado once.

Es importante que en el proceso se logren evidenciar habilidades científicas tanto individuales como grupales y dar cuenta de cómo los estudiantes comprenden las características de las ondas(sonido).

El modelo que presentamos es flexible (no necesariamente lineal) donde hay “posibilidad de cambio para captar los aspectos relevantes de la realidad analizada durante el transcurso de la investigación” (Mendizábal, 2008, p.3), por lo que se llevará a cabo un proceso donde se logren crear significaciones que se puedan modificar si es necesario.

En este caso, los datos son profundos y enriquecedores, como por ejemplo la “experiencia en relación con el sonido como fenómeno natural y sus cualidades en particular el tono” (Gómez, 2017, p.20).

Además, los datos que se van a recolectar son de carácter descriptivo el cual posibilita dar un punto de vista y cómo entenderse particularmente el concepto de sonido, “permitiendo seguir un esquema de investigación flexible” (Montes, 2017, p. 32).

Como método investigativo utilizamos el estudio de caso. El estudio de caso nos permitió analizar la información proporcionada por los informantes, considerando a cada uno de ellos como unidades de análisis tanto conceptuales como empíricas, (Hernández Sampieri et. al., 2014). Al respecto se precisa que, los participantes que seleccionamos no son objeto de investigación, por medio de ellos evidenciamos las habilidades científicas (Stake, 1999).

El estudio de casos nos conviene porque utilizamos su estructura para explicar la causalidad de un fenómeno a través del análisis detallado de sus participantes. Este método es cualitativo, inductivo, descriptivo y parte de unas proposiciones teóricas y premisas particulares apoyadas por la observación para llegar a generalidades.

Así mismo, Stake (1999) menciona que la interpretación es una parte fundamental de cualquier investigación. Podríamos discutir con aquellos que argumentan que hay más interpretación en la investigación cualitativa que en la cuantitativa, pero el papel del investigador cualitativo en la recopilación de datos es mantener bien fundamentado.

Las características anteriormente descritas llevaron a que la investigación se realizara bajo los lineamientos teóricos de un enfoque cualitativo con el método de estudio de caso, esto facilitó que los participantes analizaran y discutieran de una manera más fructífera experiencias de situaciones del mundo real.

3.2 Contexto de la Investigación

La investigación se realizó en la Institución Educativa Comercial de Envigado en su sede principal, la cual es de carácter oficial, con jornada única desde preescolar hasta la media académica y técnica, y está ubicada en el barrio La Mina parte alta, en el municipio de Envigado-Antioquia, en la dirección Calle 41 Sur # 24C-71. La población estudiantil se caracteriza por pertenecer a los estratos 1, 2 y 3.

La relación con esta Institución se da debido al convenio que sostiene con la Universidad de Antioquia, donde se nos permitió realizar las prácticas de la Licenciatura en Matemáticas y Física.

Desde su PEI, la Institución muestra interés en la consolidación de un modelo de enseñanza-aprendizaje que se interesa por la formación académica de estudiantes íntegros, y esto es importante para la investigación ya que muestra la formación académica como potenciadora de habilidades científicas.

3.3 Casos y Criterios de Selección

De acuerdo con los Derechos Básicos de Aprendizaje estipulados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2016), uno de los aprendizajes que se deben lograr los estudiantes en el último año es, “Comprende la naturaleza de la propagación del sonido y de la luz como fenómenos ondulatorios (ondas mecánicas y electromagnéticas, respectivamente)”. Por tal razón,

el estudio se realizó en grado 11, con seis Casos: cinco hombres y una mujer, con edades entre 16 y 17 años

Mediante la observación de clase se establecieron los siguientes criterios de selección de los casos:

* **Participación:** Los casos seleccionados debían ser participativos en la clase, que tuvieran la facilidad de comunicar tanto de manera oral como escrita su punto de vista y dudas durante el desarrollo de la clase, fue un indicador esencial para establecer el interés del participante en temas relacionados con la física.

* **Disposición:** los estudiantes debían estar dispuestos a dejarse grabar, tomar fotos y grabar su voz, pues esto era elemental para la investigación,

* **Disponibilidad:** los participantes seleccionados debían tener disponibilidad para poder realizar los encuentros, puesto que estos se realizaron cuando ellos tenían clases. Pero no tuvieron problema en colaborar siempre y cuando se pidiera permiso a los profesores con los cuales tenían clase.

Estos criterios se justifican, específicamente, desde la necesidad de satisfacer consentimientos informados por partes de los estudiantes y sus acudientes, así como de la evitación de producciones verbales que puedan estar determinadas o alteradas por ciertas patologías cognoscitivas.

3.4 Consideraciones Éticas

El proceso que se llevó a cabo dentro de esta investigación fue mediante un consentimiento firmado por el investigador, los estudiantes y su acudiente, donde se expresa que conocen y están de acuerdo con la investigación para participar de ella.

Además, se informa acerca de los términos de la investigación. Se indica que el trabajo será publicado, por ello se garantiza el tratamiento y uso de datos y anonimato de los estudiantes. Se deja claro que la investigación sólo tendrá fines académicos. (ver anexo 1)

3.5 Recolección de la Información

El propósito de la exploración es indagar sobre posibles contribuciones del análisis histórico epistemológico de los planteamientos de Helmholtz sobre el sonido al desarrollo de habilidades científicas; por ello se plantean actividades donde los Casos pueden interactuar con algunos instrumentos musicales, con el propósito de conocer e identificar sus ideas.

Considerando que en la vida cotidiana escuchamos diferentes sonidos como los emitidos por los vehículos, las ambulancias, diferentes personas, los animales, la música entre otros, y que cuando el oído humano capta vibraciones, el cerebro las interpreta como sensaciones provocadas por el movimiento del desplazamiento de las partículas, los siguientes instrumentos fueron contruidos para abordar el sonido, y particularmente el tono, acorde a los planteamientos de Hermann Von Helmholtz.

Tabla 1

Técnicas de recolección de la información con relación a los objetivos específicos.

Objetivo específico del trabajo	Actividades	Técnicas de recolección
Identificar los aspectos epistemológicos de la conceptualización del sonido en la obra <i>On The Sensation of Tone</i> de Helmholtz que permite el desarrollo de habilidades científicas.	-Trabajo con diferentes instrumentos musicales. -Experimentación con botellas. -Deducciones a través de la interacción con melodías.	Observación, grabación, cuestionarios, producción escrita por parte de los casos.
Identificar habilidades	-Construir instrumentos como	Observación, grabación,

científicas en los discursos de seis casos, cuando abordan situaciones relacionadas con el sonido.	monocordio y teléfono casero. -Debates entre los participantes respecto a la información recolectada en cada actividad propuesta durante los 3 instrumentos. (Ver anexo 2)	cuestionarios, talleres y devoluciones, a lo largo de las secciones.
	Trabajo de la teoría pitagórica mediante una guitarra y la integración con el monocordio.	Observaciones, grabaciones, diario de investigador.

Para la recolección de la información, se desarrollaron tres sesiones con los seis Casos del grado Once, Estas sesiones se realizaron en el laboratorio de física, el cual cuenta con las herramientas necesarias para facilitar el montaje de los experimentos, además de ser un espacio cerrado que favorece a la concentración de los casos, sin tanto ruido y cómodo para trabajar.

Se establecen actividades individuales, por parejas y en grupos de tres, con la intención de que puedan socializar sus ideas y puntos de vista.

La información obtenida en las sesiones de experimentación se recopiló en los diarios de cada investigadora con lo que se buscaba mostrar la concepción inicial de los estudiantes sobre las ondas sonoras, y cómo esta se ha visto modificada por los experimentos a los cuales fueron expuestos sus conocimientos previos, para así llegar a un acercamiento de la conceptualización de sonido.

Los instrumentos que se realizaron en la investigación fueron validados con anticipación por el asesor y con el grupo de investigación; estos se diseñaron con base a los objetivos y el marco teórico planteados en esta investigación, por ello, se realiza el análisis detallado del libro de Helmholtz On The Sensation of Tone, así como demás documentos sobre la propagación de la onda mecánica, que fue relevante para el desarrollo de la investigación.

La recolección de datos se pensó un espacio cómodo y diferente al habitual, donde se pudiera apreciar las diferentes formas que tiene los casa de proceder frente a un experimento o situación problema y el cómo se desenvuelve en los debates con sus compañeros, la capacidad para tomar posturas y poder sacar conclusiones.

Los instrumentos propuestos en este estudio tienen un enfoque cualitativo que permite la recopilación de datos necesarios para proporcionar descripciones detalladas de las actitudes y comportamientos observables de los Casos. Esto conduce a una identificación adecuada de la influencia de la experimentación y el debate alrededor de la música en la formación de conceptos como el sonido y cómo esto nos permite desarrollar habilidades científicas en los estudiantes.

Por lo tanto, en los instrumentos propusimos diferentes escenarios de experimentación y debate, mediados por preguntas abiertas en torno a la música y la física, lo cual genera un ambiente adecuado para percibir diferentes habilidades científicas de los estudiantes; la aplicación de los instrumentos la dividimos en 3 sesiones cada una de 1 hora y 40 minutos.

3.5.1 Sesión 1

La primera sesión tuvo una duración de 1 hora y 40 minutos aproximadamente, en esta fase se llevaron a cabo tres actividades.

Para ello realizamos un encuentro académico. En la primera actividad respondieron a unas preguntas abiertas de una melodía que escucharon, la actividad tuvo como propósito que expresaran lo que sabían respecto a las cualidades del sonido (intensidad y altura), qué tipo de intensidad tenía la melodía (fuerte, débil o media), y si la vibración del sonido era mayor o menor. Finalmente socializaron las respuestas a los demás compañeros, y evidenciamos habilidades científicas como trabajo en equipo, capacidad de analizar y argumentar al momento de responder las preguntas.

En la segunda actividad se realizaron unas preguntas abiertas, donde los estudiantes las respondieron de manera grupal. Esta actividad tuvo como finalidad comprender cómo ellos identifican la intensidad de cada sonido, su amplitud y duración, a la vez evidenciamos habilidades científicas como el trabajo en equipo, la discusión de los resultados (compartir resultados) y el análisis que ellos hacen para responder cada pregunta propuesta.

Finalmente, en la tercera actividad los participantes reconocieron el sonido de cada botella, diferenciando cuando es agudo o grave, (altura), así mismo expresaron que la amplitud de la onda es mayor o menor, acercándose a la idea de (intensidad). Evidenciamos habilidades científicas como el análisis que hacen para responder cada pregunta, la exploración que realizan con las botellas para generar sonido y trabajo en equipo porque discuten y comparten los resultados.

3.5.2 Sesión 2

La intención de esta sesión fue que los Casos mediante sus saberes previos, reconocieran la onda como movimientos vibratorios, y la acústica como fenómeno sonoro perceptible por el oído humano. Para esto realizamos tres actividades, cada una de 33 minutos aproximadamente.

La primera actividad versó en que grupos de a tres personas colocaran una regla metálica aproximadamente la mitad sobre el borde de una mesa, presionen con firmeza hacia abajo y luego golpeen la regla por el lado que está fuera de la mesa. Se realizó una pregunta abierta respecto a lo que se puede escuchar y observar; después de esto se cambió el material de la regla por una de madera, y a partir de esto se realiza otra pregunta sobre qué diferencias pueden percibir entre las dos reglas.

Para la segunda actividad repartimos en grupos conformados por dos personas, cada pareja construyó una especie de teléfono, con dos vasos plásticos y una cuerda. La cuerda debía ir atada a la parte de abajo del vaso por medio de un agujero y al otro extremo de la cuerda debe ir el otro

vaso. Mientras que uno de los compañeros hablaba por uno de los vasos la otra persona debería de escuchar, para esta actividad se planteó dos preguntas más, una con respecto a que tan claro o no escuchas a su compañero y otra respecto a que podría observar o sentir en los materiales con los que realizaron la construcción.

Y para finalizar la sesión se realizó una tercera actividad que consistió en poner un pedazo de papel encima del parlante de un bafle, luego, se subía y bajaba el volumen de la música. Las preguntas indagaban por la vibración del sonido, si este podía ser observado o no. También se indagó sobre lo que sucedía con el volumen, y cuál era la percepción del oído con respecto a lo que estaba pasando entre el papel y el bafle.

3.5.3 Sesión 3

Esta sesión tuvo una duración de 100 minutos aproximadamente, en los que se llevaron a cabo tres actividades con las cuales se buscó que los estudiantes mediante la experimentación y el debate lograrán construir la idea de sonido y cómo este se propaga; para esto se retoman las ideas de proporcionalidad dadas por Pitágoras, las cuales también fueron trabajadas por Helmholtz. En la primera actividad, con la ayuda de una guitarra y un capo, los estudiantes interactuaron de manera individual para reconocer los diferentes sonidos, encontrar las diferencias entre las intensidades y percibir cambios respecto a la longitud de las cuerdas, y luego pasar a socializar su experiencia y respuestas con sus compañeros.

Para la actividad 2, los estudiantes construyeron un instrumento de cuerda llamado monocordio con el cual se buscó que apreciaran el sonido como una onda mecánica, que necesita de un medio para transportarse y cómo los cambios en este medio terminan en interferencias o amplificando un sonido, además de encontrar la proporcionalidad entre la longitud de la cuerda y el sonido que produce, con este ejercicio los participantes ponen en práctica diferentes habilidades

científicas y sus conocimientos sobre diferentes aspectos del sonido como lo son el medio en que se transporta, longitud, volumen, intensidad y tono.

Y para la actividad final se hizo un conversatorio de preguntas abiertas donde cada participante contaba la forma en la que percibía el sonido, sus características y qué factores lo componían, con el fin de que demostraran habilidades de comunicación y expresaran su postura clara sobre el tema tratado.

Todas estas actividades asociadas a los instrumentos se disponen en el Anexo 2.

3.6 Sistematización y Análisis

Para analizar la información tuvimos en cuenta ciertos criterios establecidos, que son los que nos ayudaron a delimitar los datos recolectados por los instrumentos (ver anexo 2 y 3). En este caso nos fijamos específicamente en los momentos en los que se evidencian habilidades científicas las cuales les ayuden a los participantes en el proceso de construir la idea de onda (sonido) desde la experimentación con la música, además de posibilitar el diálogo con los compañeros.

Para identificar esta información realizamos un análisis por párrafos, y por intervenciones, lo cual nos permitió ser más precisas en los apartados que nos competen para la investigación.

Luego esta información fue catalogada y organizada en categorías que nos conducen a un buen análisis. Al realizar una investigación cualitativa tendremos un mejor resultado si la información recolectada proviene de diferentes fuentes como la opinión de cada participante, las observaciones de cada investigador y además el punto de vista desarrollado por los teóricos, al momento que contrastamos diferentes fuentes de información como las registradas en el marco teórico, distintos experimentos y puntos de vistas lo podemos llamar triangulación.

Para analizar la información tuvimos en cuenta ciertos criterios los cuales nos ayudan a delimitar los datos recogidos por los instrumentos. En este caso nos centramos en dos categorías

principales, la primera enfocada en lo disciplinar, que aborde los planteamientos de Helmholtz y cualifique el sonido titulado: Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz (ver tabla 2) y una segunda enfocada en las habilidades científicas titulada: Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido. Esta última, la abordamos desde 3 indicadores que, aunque muy cercanos el uno del otro nos ayuda a precisar la relación de los participantes con la experimentación y ser más puntuales en el análisis (ver tabla 3)

Tabla 2.

Caracterización del sonido como onda

Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	
Subcategorías	Explicación
Cualidades del sonido: Tono, timbre, intensidad y duración	<ul style="list-style-type: none"> ● Timbre: es lo que nos permite distinguir una nota de la misma frecuencia e intensidad producida por instrumentos diferentes esta está determinada por los armónicos. ● Intensidad: hace referencia al volumen con que suena una nota, es decir, aunque dos o más fuentes sonoras suenen en la misma frecuencia y tengan el mismo timbre una puede sonar más fuerte que la otra dependiendo del medio de propagación y que tan lejos o cercas se encuentre la fuente del receptor. La intensidad va a depender de la amplitud de la vibración. Es la potencia acústica (volumen). Es así como tendremos sonidos fuertes, débiles o medios. ● Tono: hace referencia a la frecuencia es decir la cantidad de oscilaciones por segundo, cuanto mayor sea su frecuencia más (alto o bajo) o (agudo o grave) respectivamente se escuchará el sonido.

	<ul style="list-style-type: none"> • Duración: Es la relación con el tiempo que permanece la vibración de un sonido.
Propagación de la onda	Las ondas sonoras son cambios de estado de presión y densidad de medios continuos como gases y sólidos donde se hay una transferencia de energía entre las secciones del medio, esta energía se propaga por medio de ondas elásticas produciendo deformaciones y tensiones sobre un medio continuo a lo cual llamamos vibración, estas vibraciones necesitan un medio para propagarse, moviéndose paralelo a la dirección de su propagación, de manera radial teniendo como centro la fuente sonora.

Tabla 3.

Habilidades científicas relacionadas con el sonido

Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	
Indicador	Explicación
Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones a situaciones relacionadas con el sonido	Hace referencia al momento en que los participantes utilizan habilidades como observar, recoger, organizar información relevante y compartir resultados de los instrumentos propuestos; de modo que se acerquen a la conceptualización de sonido dada por Helmholtz., y además logren vincular sus experiencias cotidianas y eventos empíricos para predecir resultados y proporcionar conclusiones estructuradas en torno a la ciencia.
Trabajo en Equipo	Se evidencia cuando los participantes trabajan de manera ordenada y con responsabilidad para lograr metas en común
Crítica y apertura mental	Los participantes están prestos a escuchar y respetar las opiniones de los otros, logrando ver que hay más versiones de

	los hechos y dejan que los demás aporten experiencias e ideas nuevas.
--	---

El análisis de la información por categorías, complementado con la triangulación entre investigadores, otras investigaciones y marco teórico, nos genera asertos sólidos y generales, que nos permite entender la forma en que los informantes comprenden las ondas sonoras y nos ayuda en el proceso de evidenciar sus habilidades científicas.

Capítulo cuatro. Hallazgos

En este capítulo se presentan las relaciones encontradas entre el marco teórico y la información obtenida a partir del sistema de categorías definido para el análisis y la orientación del proceso investigativo. Se presenta la manera de cómo los informantes comprenden y describen situaciones cotidianas en relación con el sonido, y de qué forma esto favorece al desarrollo de habilidades científicas. Los seis participantes serán nombrados como casos de la siguiente manera: C1, C2, C3, C4, C5 y C6.

4.1 Una Manera de Caracterizar el Sonido como Onda desde la Perspectiva de Helmholtz

La caracterización del sonido, desde la perspectiva de Helmholtz, debe relacionarse con la síntesis de las leyes de la armonía musical y sus componentes más simples, intentando llegar a una explicación científica de la consonancia y la disonancia de tonos musicales (Rodríguez, 2013). Para ello, resulta esencial conocer las cualidades del sonido. Específicamente, se hace referencia al tono, timbre, intensidad y duración del mismo, considerando tanto las opiniones de los casos como los aspectos teóricos subyacentes.

4.1.1 Cualidades del Sonido: Tono, Timbre, Intensidad y Duración

En su obra *On The Sensation of Tone*, Helmholtz (1912) caracteriza el sonido mediante el uso de situaciones de la vida cotidiana y la unificación entre la acústica fisiológica y la teoría de la ciencia. Helmholtz logró correlacionar la presencia de Batidos¹ con el fenómeno de la disonancia y consonancia musical, lo que explicó el comportamiento armonioso de los sonidos en su interacción mutua, pero también enfatizó que desde un punto de vista racional es mejor escuchar los sonidos como un todo.

¹ Helmholtz, H. (1912). p. 193.

En este sentido, hablar del sonido implica, inicialmente, hablar de su composición; es decir, de la suma de tonos. Para lograr esto, indicamos a cada uno de los casos escuchar la obra musical de Rubén Gimeno, Orquesta Joven de la Sinfónica de Galicia y, posteriormente, se les pidió describir lo que cada uno percibió.

Al respecto, C1 expresa que “los sonidos percibidos son de diversos tipos, desde los acordes suaves en el violín hasta la perturbación de la trompeta, realizando una mezcla de acordes, que busca mitigar la similitud de sonidos individuales”. A esto C5 agrega que la melodía “fue muy agradable ya que todos los sonidos se conjugan de una manera muy limpia [...], no encuentro ningún tipo de disonancia que haya perturbado o haya cortado la melodía inesperadamente”.

En estas intervenciones, es oportuno decir que C1 y C5 coinciden en afirmar que la melodía es algo agradable. Por su parte, C2, agrega que “El sonido parte de dos escalas, la escala de sol, y la escala de fa, la escala de sol es la grave y la escala de fa es la aguda, normalmente los sonidos de cuerda van en la escala de fa como el violín”; mientras que C4 señala que, “Es un sonido agudo porque, aunque sean muchos sonidos integrados, el que más predominancia tiene y más se escucha es el violín, es un sonido muy agudo, y con muchas vibraciones”. Estas consideraciones se corresponden con lo planteado por Helmholtz (1912) en términos de lo que se puede entender por melodía (composición acertada de varios sonidos).

En la música, las sensaciones del tono son el material del arte. En la medida en que estas sensaciones se estimulan en la música, no creamos de ellas ninguna imagen de objetos o acciones externas. Una vez más, cuando al oír un concierto reconocemos un tono debido al violín y otro al clarinete, pero únicamente en nuestro disfrute artístico, no depende de nuestra concepción un violín o clarinete, sino únicamente en nuestro oído de los tonos que producen. (Helmholtz, 1912, p.3)

Las opiniones de los participantes pueden ser relacionadas con lo expresado por Helmholtz respecto a que el sonido depende de su tono, intensidad, timbre, duración, de cuánto se degrada la onda antes de llegar al oído y si la melodía es placentera o agradable cuando no hay ninguna irregularidad en el aire. Aquí, además, es posible interpretar que los casos se acercan a la idea de melodía como composición de sonidos suaves y fuertes, interpretados como graves y agudos respectivamente, formando una unidad estructurada con sentido musical.

En la descripción de lo escuchado en la obra musical de Rubén Gimeno, C6 también coincide con las opiniones de los participantes anteriormente mencionados, pero además agrega que “la intensidad era cambiante y precisa para imaginar un escenario de tranquilidad”, lo cual fue corroborado por C3, cuando expresa que “La melodía me llevó a un momento de tranquilidad, pues sus sonidos agudos y graves, complementan un sonido placentero”. Esto pone de manifiesto un concepto nuevo: la intensidad del sonido. Esta hace referencia al volumen con que suena una nota, es decir, aunque dos o más fuentes sonoras suenen en la misma frecuencia y tengan el mismo timbre, una puede sonar más fuerte que la otra dependiendo del medio de propagación y qué tan lejos o cerca se encuentre la fuente del receptor. No obstante, cuando las agitaciones de aire son irregulares es considerado ruido.

Para abordar la caracterización del sonido, indicamos a los participantes interactuar con diferentes objetos del aula de clase como lápices, borradores, reglas y cuadernos, dejándolos caer al piso, con la intención de aproximarnos a la propuesta de Helmholtz respecto a la frecuencia de una nota musical. Frente a la actividad planteada, los participantes se pusieron de acuerdo al expresar que se trata de “una duración muy corta, porque al caer al piso no hace eco, el sonido se estrella en el piso una sola vez y dura poco”, reconociendo, claramente, que la duración hace referencia al tiempo que perdura la vibración de un sonido; también agregan que “la amplitud de

la onda depende de la fuerza con la que se tira cada objeto al suelo, es mayor cuando un sonido es fuerte y menor cuando es suave”. Con base a lo anterior, es posible interpretarse que la intensidad depende de la amplitud de la vibración, en este caso de la potencia acústica (volumen), según Helmholtz (1912).

Para ejemplificar la composición de las ondas sonoras, el autor sugiere la interacción con instrumentos de viento y de cuerda. Para esto, propusimos una nueva actividad que consistió en producir diferentes sonidos con la ayuda de botellas de vidrio, se pidió a los participantes que fueran soplando en el borde de la boquilla o dando pequeños golpes en el exterior de la botella, y discutir acerca de lo observado y percibido.

Al respecto, C1 nos comparte que, “al momento de soplar escuché un sonido agradable, pues dependiendo de la fuerza con que sople se adquiere un sonido diferente, y pasa lo mismo cuando golpeo la botella con el lápiz en diferentes partes; depende también de la altura, y si la botella está destapada o no”.

La premisa de la actividad fue reafirmada por C3 al comentar que “son diferentes sonidos porque una se genera por las vibraciones de viento al soplar y la otra es por el impacto al tocar con el lápiz”. Al respecto C2, dice que: “Acá podemos ver el fenómeno, donde la onda rebota y sale, y cuando se la toca con el lápiz, hace un impacto directo, entonces la onda directamente sale de ahí, no pasa por ningún fenómeno que la altere, entonces sale directamente”. Mientras que C5, dice que “el sonido es diferente porque entre más chiquito sea el espacio que debe recorrer el aire esta suena como más fuerte, y entre más grande es más débil el sonido, cuando hay más agua, el sonido es más agudo”.

Las anteriores descripciones se corresponden con las planteadas por Helmholtz (1912) sobre el comportamiento del aire en instrumentos de vientos: si el tubo está abierto, el aire oscila

con una amplitud máxima en los extremos, y en un tubo cerrado la amplitud máxima se origina en el extremo por donde entra el aire y un nodo en el extremo cerrado.

Para trabajar los instrumentos de cuerda (guitarras), orientamos la actividad preguntando a los participantes qué sucede con el sonido si cambian la longitud de las cuerdas utilizando el capo, y qué perciben respecto a la intensidad del sonido. Al respecto, C1 responde: “experimentando noto que, entre menos longitud, más agudo se vuelve el sonido”; C3, indica, “El sonido entre más bajo ponemos el aparato suena como más delgado, más fino”; C6 afirma que “el sonido es más grave entre mayor sea la distancia entre el puente y el capo, si alejamos el capo, el sonido se vuelve más grave”. Finalmente, C2 nos dice: “si alejamos el capo, el sonido se vuelve más grave; además que, si tocamos la cuerda al aire, está siempre debe sonar igual ya que la vibración no cambia”.

Tal comportamiento había sido ya descrito por Helmholtz cuando expresa:

[...] a las diferentes longitudes de los tiempos periódicos corresponden diferentes tonos simples producibles sobre un cuerpo elástico de este tipo. Estos son los llamados tonos propios, pero sólo excepcionalmente, como en las cuerdas y los tipos más estrechos de los tubos de órgano. (Helmholtz, 1912, p.40)

A la luz de los ejercicios realizados y la propuesta teórica de Helmholtz, podemos recoger, a manera de conclusiones, que el sonido agradable es llamado “sonido armónico” y resulta placentero para el oído. Para tratar el sonido desde la parte física y no solo desde la psicológica, debemos hablar de su composición. Los sonidos están compuestos por tonos, timbre, intensidad y duración; los tonos y sus sensaciones existen por sí solos y producen sus efectos independientemente de cualquier cosa detrás de ellos.

4.1.2 Propagación de la Onda

En la física se explica que los fenómenos ondulatorios son perturbaciones periódicas del medio en que se mueven, en las que se transmite la energía que llevan asociada, pero no hay transporte de materia. En este proceso, los cuerpos suenan debido a que se encuentran en un estado de vibración. Cuando se generan impulsos rápidos que se repiten con perfecta regularidad a determinados tiempos iguales podemos decir que se está produciendo una nota o tono musical, ya que las agitaciones irregulares del aire Helmholtz (1912) las considera ruido.

La frecuencia de una nota musical o tono depende del número de vibraciones por segundo. Entre más vibraciones se produzcan, el tono será más agudo y cuando el número de vibraciones se reduce, el tono se hará más grave.

Con el fin de acercar a los participantes a la idea intuitiva de que modificar la longitud afecta directamente la frecuencia, se les planteó una serie de ejercicios. Para el primero se les facilitó una regla de madera y otra de metal y se les pidió que tocaran el extremo que sobresale de mesa modificando el punto de apoyo y que describieran los cambios que percibían.

Al respecto, C6 contesta “El material influye en cuanto al sonido que genera la regla, al igual que su posición respecto a la mesa”; C1 indica que “A medida que se saca más la regla de la mesa vibra con menor frecuencia”, mientras que C5 complementa diciendo que “Cuando utilizo una regla de madera, el sonido es más grave y la de metal suena más aguda”. Por su parte, C3 agrega “Unas veces se deforma más que otras, al alejar el punto de apoyo la regla se mueve de arriba a abajo un espacio mayor”. El movimiento horizontal descrito por C3 se acerca a la definición de amplitud, en tanto que, en el caso de las ondas sonoras, la amplitud revela la distancia que existe entre el pico de la onda (el valor más alto) y su base, midiéndose en decibeles.

En relación con lo anterior, Helmholtz (1912) indica que los tonos simples, su diversidad, se corresponden con las diferentes longitudes de los tiempos periódicos relacionados con un cuerpo elástico como el utilizado en el experimento.

Para el segundo ejercicio, se les facilitó botellas con diferentes niveles de agua para que produjeran sonidos. Al respecto, C1 indicó que “Pude observar que cuando sopló la botella es como que la onda toca la parte inferior de la botella y sale, generando un sonido grave, mientras que cuando le doy golpecitos con el lápiz, hace que el sonido sea agudo, pues el material de la botella hace que la onda salga directamente”, lo cual fue corroborado tanto por C2 “Cuando las botellas están llenas de agua y le doy golpecitos con el lápiz pude percibir que el sonido generado es casi igual a cuando las botellas están vacías, por lo que la onda sale directamente” como por C3 “Llene las botellas de agua, para saber si los sonidos son diferentes a cuando está vacía, y puedo asegurar que es totalmente diferente, porque depende de la cantidad de agua que tenga la botella, en este caso yo llene la botella hasta la mitad y pues la onda demorara menos en rebotar, a cuando la botella está vacía, y cuando llene casi toda la botella, la onda sale casi que directamente, no le da tiempo para rebotar, sale directamente”.

En relación con lo anterior, de acuerdo con Helmholtz (1912), los diferentes tonos hallados por los participantes se corresponden con los propios². Sin embargo, al variar en la producción del sonido de acuerdo con la longitud de la botella (o la longitud del llenado de la misma), se halla correspondencia con el tono armónico superior.

En otra actividad pudieron experimentar cambiando la longitud de las cuerdas de una guitarra con un capo. Al respecto, C1 indicó que el “instrumento, tiene una curvatura supongo que es para sostenerlo y que el sonido se reproduce gracias a la caja de resonancia que tiene que

² Tonos armónicos simples.

amplificar las ondas producidas por la vibración las cuerdas, el material de las cuerdas es elástico para poder moverse”, lo cual fue complementado por C5, cuando afirma que “La guitarra suena porque las cuerdas vibran y esa vibración se transmite por las cuerdas hasta el puente de la guitarra”. Por su parte, C3 expresa que “El instrumento suena de una manera más aguda cuando tocamos las cuerdas más delgadas y una manera más grave cuando tocamos las cuerdas más gruesas; podemos percibir el sonido debido a que en el momento en que hacemos mover las cuerdas, la guitarra lo amplifica”.

Al respecto, Helmholtz (1912) indica que cuando cambiamos la longitud de la cuerda con el capo en la guitarra, se pueden producir varios tonos, sean graves o agudos, esto dependiendo de la percepción del oído.

Por último, a los casos se les orienta en la construcción de un monocordio, para luego, producir sonidos con él. Teniendo como base esta experiencia, se les pregunta ¿Qué variaciones debemos realizar para obtener diferentes notas musicales, en este instrumento? Al respecto, C2 indica que “Para construir el instrumento debemos tener en cuenta el medio en el que se esté desplazando por qué no va a sonar lo mismo si estamos dentro del agua o estamos tocando al aire y también hay que tener en cuenta que la cuerda esté bien tensada”; sin embargo, C6 fue quien se aproximó en mayor medida a la definición ya dada sobre la longitud de onda y la amplitud, cuando expresa que “Cada vez que acertamos un espacio a la mitad tenemos sonidos mucho más agudos que el anterior, por lo tanto hay que fijarse en las divisiones del instrumento”.

Así, de acuerdo con los desarrollos de Helmholtz (1912), los distintos sonidos indicados por C6 se corresponden con diferentes tonos (tanto simples como propios y armónicos superiores). Estos se hallan en función de la producción sonora dependiente del acortamiento del espacio de la cuerda.

Otro aspecto importante de las ondas, es que necesitan un medio para viajar. Para ejemplificar esta propiedad de las ondas mecánicas, a los participantes se les facilitó dos vasos plásticos y una cuerda de 5 metros para construir un teléfono casero. A continuación, se les preguntó acerca de la claridad de los sonidos que percibieron, a lo que C2 responde “a veces se escucha muy pasito porque puede haber interferencias”. Respecto a esta interferencia C4 opina “A veces se escucha mal ya que pueden ser varios factores, la cuerda no está bien tensada o se coloca el vaso muy abajo del oído”, y se refuerza con la opinión de C5, cuando dice que “A veces se escucha bien y otras veces mal, creo que es porque la longitud de la onda no se alcanza a desplazar bien por la cuerda”. Por su parte, C6 indica que “El sonido viaja por la cuerda y la vibración que contempla este, permite que se escuche claro”.

De lo anterior podemos decir que los participantes logran identificar la cuerda como el medio por la cual viajan las ondas y si este medio es óptimo logran transmitir el mensaje satisfactoriamente. Al respecto, Helmholtz (1912) indica que al generarse un pulso sobre un determinado gas (confinado), se produce una oscilación en las diferentes secciones del medio en cuestión, la cual posee la misma dirección de propagación del pulso. De tal manera, las ondas sonoras son ondas de presión.

Para culminar se le pregunta a los casos ¿De qué manera nos ayuda la experimentación con instrumentos musicales a comprender la composición del sonido y las características de las ondas sonoras?, a lo que C5 responde “El viaje de la onda y su cambio surgen según los fenómenos que se encuentren en el ambiente, es decir si hay algo que haga interferencia, si me mueve por el agua o por el aire, si la cuerda es de un material o de otro y otras cosas que puedan pasar” y C6 agrega “Una característica importante es el tipo de cuerda y que está no se desplaza igual en todos los materiales, no es lo mismo si la cuerda es más rígida o si la guitarra está dentro del agua”. Por su

parte, C2 agrega “Para empezar debemos hablar acerca del sonido transportándose por el aire ya que el aire está compuesto de diferentes partículas las cuales llevan la energía de las ondas sonoras y lo cual nos permite escuchar”.

Al respecto, Helmholtz (1912) indica que los instrumentos musicales se basan en la vibración del medio de propagación, a partir de lo cual puede entenderse la composición del sonido y las características de las ondas sonoras. Ello se fundamenta en la vibración del gas (medio) a partir del pulso dado por la vibración de los instrumentos musicales, lo cual se asocia con resonador. Así, el autor expresa:

La vibración adecuada es siempre determinada por el análisis de los movimientos sonoros que sean, en vibraciones simples. Si el tiempo periódico de una de estas vibraciones simples corresponden al tiempo periódico de una de los tonos adecuados del cuerpo elástico, este cuerpo, puede ser una cuerda, una membrana, o una masa de aire, será puesto dentro la vibración adecuada fuerte. [...] Cada sistema individual de ondas formadas por vibraciones pendulares existe como una unidad mecánica independiente, expande y pone en movimiento otros cuerpos elásticos. (Helmholtz, 1912, p.47)

A la pregunta ¿Qué podemos decir de los sonidos y de su clasificación de graves y agudos?, en conjunto los casos construyen la siguiente respuesta “Cómo los sonidos graves tienen menos vibraciones en las cuerdas así pues los sonidos agudos tienen una mayor frecuencia, además el sonido es algo predilecto de todas las cosas, es decir por sonido entendemos energía y está energía la podemos clasificar según cómo la percibimos, un sonido es algo que ya conocemos o distinguimos por ejemplo sabemos que las personas hablan y eso lo tomamos como sonido pero no como ruido, lo que nos agrada o no nos permite entender el mensaje por ejemplo un golpe seco es un ruido”.

En relación con lo anterior, se puede decir que, todo movimiento regularmente periódico se corresponde con algún tono musical, y toda vibración pendular simple se corresponde con un tono musical simple, estas proposiciones de Fourier pueden expresarse en términos acústicos.

Cualquier movimiento vibratorio del aire en la entrada del oído, correspondiente a un tono musical, y para cada caso solo de una sola manera, es exhibido como la suma de un número de movimientos vibratorios similares, correspondientes a los parciales de este tono musical. Esto también se relaciona con lo expresado por todos los casos cuando responden a la pregunta ¿Qué partes podemos identificar en una onda sonora?, en tanto han entendido que las ondas sonoras tienen amplitud, frecuencia, longitud, volumen, un medio donde transportar que en este caso es el aire, intensidad, dirección de propagación, puede tener interferencias.

Los casos identificaron notas musicales, a partir de esto describen que los sonidos tienen un mismo tono construyéndose así una melodía. Se reafirma que los casos identifican sonidos graves y agudos, notan ciertas diferencias y características previas de cada instrumento. Por ejemplo, dicen que cuando el sonido de la guitarra es más corto, sus cuerdas producen un sonido consonante; cuando se relacionan dos notas musicales, puede que se reproduzca una melodía agradable al oído. La flauta produce un sonido liviano acorde a las notas que se estén tocando.

Al indagarse acerca de ¿Qué entienden por música?, todos los casos entendieron que se refiere a una composición con sentido, es decir cuando dotamos de sentido el sonido es cuando lo convertimos en música, también la música es una forma de expresar sentimientos ya que cada sonido nos trae una imagen o recuerdo, con la música podemos apreciar los cambios en los ritmos y los tiempos de los sonidos, la música es física y arte.

La música se puede analizar como expresión artística, pero además puntualizando en su estructura vemos diferentes comportamientos físicos que proporcionan unas características lo cual hace que se pueda estudiar y generalizar algunos procesos dejando de lado la interpretación.

Se solicitó a los Casos que escucharan con mucha atención los sonidos simultáneos de la guitarra y la flauta. Cada uno compartió sus ideas con sus compañeros, y al final llegaron a la conclusión de que el sonido de la flauta era más grave que el emitido por la guitarra, es decir los dos instrumentos tienen el mismo tono, pero al final se desenvuelve diferente al llegar al oído y respecto a la vibración acotaron que se sentía con mayor intensidad en la mesa cuando se tocaban al unísono los dos instrumentos. Al respecto, Helmholtz (1912), indica que:

Dado que la proximidad de la relación depende de la intensidad de los tonos parciales superiores coincidentes, y aquellos que tienen un número ordinal superior son generalmente más débiles que las que tienen una inferior, la relación de dos tonos es generalmente más débil, mayor es el número ordinal de los parciales coincidentes. Estos números ordinales, como el lector recordará de la teoría de los intervalos consonantes, también dará el inicio de los números vibratorios de las notas correspondientes. (Helmholtz, 1912, pp.255-256)

Al pulsar la cuerda, esta describe movimientos periódicos que se propagan hacia adelante y hacia atrás, propios de una onda estacionaria, donde el sonido de la cuerda alcanza el aire a través del extremo sujetado al puente de madera fijo, pero de material elástico, el cual transmite las vibraciones de la cuerda a la caja de resonancia. Si la cuerda estuviera sujeta a dos extremos rígidos, se generaría una interferencia destructiva y no produciría sonido.

Finalmente, teniendo en cuenta las respuestas de los participantes a lo largo de los 3 instrumentos, podemos concluir que los argumentos dados se encaminan a comprender la onda

(sonido) como una vibración la cual se propaga en un medio elástico, y que aquellos sonidos percibidos por los oídos en las actividades realizadas se forman gracias a la existencia de un cuerpo vibrante y elástico que transmitir esas vibraciones.

4.2 Uso de Habilidades Científicas en la Explicación de Situaciones Relacionadas con el Sonido

En la actualidad, generar estrategias que permitan el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes se está convirtiendo en un desafío para los educadores. Por ello, el MEN (2004) propone una estructura y diseño de metodologías en las que los estudiantes puedan explorar hechos y fenómenos, disposición para trabajar en equipo, la crítica y la apertura mental, entre otras.

Por lo anteriormente descrito, en nuestra investigación se crearon espacios para que los participantes pudieran disfrutar de actividades relacionadas con el sonido y, a la vez, se evidenciaran habilidades científicas con las que fueran capaces de razonar, argumentar y dar solución a problemas que se presentaron durante el proceso.

Al indagar sobre cualidades del sonido, específicamente en lo relacionado con la actividad de exploración con botellas de vidrio, reconociendo diferentes sonidos, se identificó la habilidad de exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones, dado que al preguntar ¿Qué sonidos identifican al soplar y al golpear la botella?, C1 indicó que “Pude observar que cuando soplo la botella es como que la onda toca la parte inferior de la botella y sale, generando un sonido grave, mientras que cuando le doy golpecitos con el lápiz, hace que el sonido sea agudo, pues el material de la botella hace que la onda salga directamente”, lo cual fue corroborado por C2, al expresar que “Cuando las botellas están llenas de agua y le doy golpecitos con el lápiz pude percibir que el sonido generado es casi igual a cuando las botellas están vacías, por lo que la onda sale directamente” y C3, dice “Llene las botellas de agua, para saber si los sonidos son diferentes

a cuando está vacía, y puedo asegurar que es totalmente diferente, porque depende de la cantidad de agua que tenga la botella, en este caso yo llene la botella hasta la mitad y pues la onda demorara menos en rebotar, a cuando la botella está vacía, y cuando llene casi toda la botella, la onda sale casi que directamente, no le da tiempo para rebotar, sale directamente”.

Al respecto, Helmholtz (1912) indica que:

Por lo tanto, a las diferentes longitudes de los tiempos periódicos corresponden diferentes tonos simples producibles sobre un cuerpo elástico de este tipo. Estos son los llamados tonos propios, pero sólo excepcionalmente, como en las cuerdas y los tipos más estrechos de los tubos de órgano, que estos tonos adecuados corresponden en el tono con el armónico superior. (p.40)

Así, la particularidad de identificar esta habilidad relacionada con dicha actividad deriva en que los casos bien pueden reconocer tonos simples a partir de elementos de la vida cotidiana, considerando, por ejemplo, situaciones en que en una botella de agua se reduce el volumen de su contenido a medida que el líquido es ingerido.

Tal habilidad científica, de exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones, fue identificada de manera reiterada en distintas actividades. Por ejemplo, al indagar sobre la vibración como propiedad del sonido, específicamente en lo relacionado con la actividad de experimentar con una regla modificando la longitud del punto de apoyo sobre la mesa, se halló que los casos desarrollaron habilidades científicas explicativas relacionadas con la vibración como propiedad del sonido, lo cual claramente puede ser de utilidad no solo ante la comprensión de la importación de tal fenómeno en la transmisión del sonido y las cualidades de este, sino también en las aplicaciones prácticas que ello implica³. Además, al indagar sobre la actividad de caracterizar

³ Al respecto, Helmholtz (1912), indica que,

el sonido en instrumentos musicales, respecto a la longitud de las cuerdas, los casos parten de marcos teóricos para explicar experimentos simples, que luego son susceptibles de aplicarse a otros contextos de experimentación e, incluso, de interpretar otros fenómenos de la vida cotidiana⁴. Por su parte, y como ejemplo final, al indagar sobre ¿De qué manera nos ayuda la experimentación con instrumentos musicales a comprender la composición del sonido y las características de las ondas sonoras?, se halló que la habilidad de explorar hechos y fenómenos, hace referencia al momento en que los participantes utilizan habilidades como observar, recoger, organizar información relevante y compartir resultados de los instrumentos propuestos, de modo que se acercan a la conceptualización de sonido dada por Helmholtz (1912), y además logran vincular sus experiencias cotidianas y eventos empíricos para predecir resultados y proporcionar conclusiones estructuradas en torno a la ciencia⁵.

Con respecto a la última actividad del instrumento 3, Discusión grupal sobre las características del sonido, se identificó la habilidad científica de trabajo en equipo y crítica y apertura mental a partir de las respuestas a tres distintos interrogantes. Respecto del primero, ¿Qué podemos decir de los sonidos y de su clasificación de graves y agudos?, todos los casos respondieron “Como los sonidos graves tienen menos vibraciones, en los instrumentos de cuerdas los sonidos agudos tienen una mayor frecuencia, además el sonido es algo predilecto de todas las cosas, es decir por sonido entendemos energía y está energía la podemos clasificar según cómo la

La vibración adecuada es siempre determinada por el análisis de los movimientos sonoros que sean, en vibraciones simples. Si el tiempo periódico de una de estas vibraciones simples corresponden al tiempo periódico de una de los tonos adecuados del cuerpo elástico, este cuerpo, puede ser una cuerda, una membrana, o una masa de aire, será puesto dentro la vibración adecuada fuerte (p.47).

⁴ Esto bien puede justificarse a partir de lo ya citado por Helmholtz (1912), en tanto que el autor parte del reconocimiento de que los tonos propios se corresponden con las diferentes longitudes de los tiempos periódicos en tanto su asociación con diferentes tonos simples reproducidos sobre un cuerpo elástico.

⁵ Al respecto, Helmholtz (1912) hace hincapié en que resulta indispensable e ineludible el diálogo de saberes asociados de sus construcciones teóricas. Esto se corresponde, necesariamente, con la estructuración de prácticas educativas. Tales aspectos tienen lugar, especialmente, en el ambiente de la música, de su comprensión.

percibimos, un sonido es algo que ya conocemos o distinguimos por ejemplo sabemos que las personas hablan eso lo tomamos como sonido y no como ruido lo que nos agrada o no nos permite entender el mensaje por ejemplo un golpe seco es un ruido”. Por su parte, respecto del interrogante, ¿Qué entienden por música?, todos los casos respondieron, “una composición con sentido, es decir cuando dotamos de sentido el sonido es cuando lo convertimos en música, también la música es una forma de expresar sentimientos ya que cada sonido nos trae una imagen o recuerdo, con la música podemos apreciar los cambios en los ritmos y los tiempos de los sonidos, la música es física y arte”.

Así, los participantes bien han desarrollado distintas habilidades científicas que permitieron tanto el entendimiento de los experimentos y de las teorías subyacentes, como de sus aplicaciones prácticas inmediatas, lo cual no solo es influyente a nivel cognitivo y práctico del educando en sí, sino, en principio, de todo su entorno próximo.

Para el caso particular de la habilidad científica de trabajo en equipo y crítica y apertura mental, la misma se identificó claramente, sobre todo como punto final de los experimentos, dado que los alumnos ya pudieron conceptualizar, interpretar el sonido a nivel de la música: desde las vibraciones, la frecuencia hasta las sensaciones y la percepción como arte, pasando por la melodía, la consonancia y la disonancia.

Capítulo cinco. Implicaciones Didácticas

En este capítulo presentamos una reflexión de nuestra experiencia en la práctica y del proceso investigativo. Además, mostramos una propuesta didáctica como tentativa para el acercamiento a la conceptualización del sonido; esto con base en los hallazgos presentados en el capítulo anterior.

5.1 Reflexiones Sobre la Enseñanza de la Ciencia

Para los maestros y maestras de física, como parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, existe una preocupación frente a la falta de comprensión de los contenidos desarrollados en el aula de clases, ya que muchas veces los estudiantes aprenden de memoria la información que se le proporciona.

Según Crespo:

El aprendizaje de datos y hechos hace que el proceso fundamental sea la repetición. Este proceso de ciega repetición, será insuficiente; en cambio para lograr que el alumno adquiera conceptos, el alumno deberá ser capaz de dotar de significado al concepto, es decir cuando se comprende, cuando lo puede expresar con sus propias palabras. (2004, p.25)

Las dificultades en la enseñanza de las ciencias, en especial del concepto de onda mecánica, ha desencadenado múltiples investigaciones en los últimos años. Esta propuesta didáctica busca identificar los conceptos y características del sonido como onda mecánica desde la perspectiva de Helmholtz de manera que se posibilite el desarrollo de habilidades científicas.

A partir de las experiencias como estudiantes universitarias en los cursos de epistemología, proceso de investigación y centro de prácticas surgen estas reflexiones con respecto a lo que

implica enseñar ciencia; esto nos lleva a pensar que es importante asumir una postura crítica a la hora del desarrollo del conocimiento.

La enseñanza de las ciencias desde la experiencia como estudiantes no fue muy significativa pues se imparte de una forma expositiva; sin espacio para la reflexión y el debate. Enseñar para nosotras implica algo más que solo escribir un concepto en un tablero, desarrollar los problemas de un libro y quedarnos con lo que nos diga lo establecido.

Herman Von Helmholtz, nos abrió un camino más reflexivo y epistemológico de cómo el aprendizaje sobre el sonido nos puede brindar un pensamiento más profundo y significativo en cuanto al desarrollo de habilidades científicas, mediante del debate, la crítica, la controversia y la experimentación.

El docente no solo debe encargarse de compartir su conocimiento, sino también de que sus estudiantes aprendan, debatan, critiquen en el ambiente de aprendizaje y puedan utilizar lo aprendido en la vida cotidiana. Debemos generar espacios donde se de lugar a la controversia y la reflexión frente a los temas abordados en clase.

También nos interesa resaltar la meta planteada por el MEN (2004) para la enseñanza de las ciencias, en el sentido de que los docentes de ciencias debemos ejercer una influencia en el desarrollo de aprendizajes que ayuden a evidenciar habilidades científicas. Que sean miembros activos de la comunidad, puedan discutir y pensar críticamente sobre la información que se encuentra a su alrededor, construir soluciones y convivir en un espacio donde el otro también es importante y reconocido. A partir de estas reflexiones y experiencias del proceso de investigación, se presenta un ciclo didáctico como propuesta de abordaje del sonido.

5.2 Propuesta del Ciclo Didáctico

Para tener en cuenta, es clave en la aplicación de esta propuesta generar un espacio donde se pueda dar ejercicio al debate, la controversia y la postura crítica respecto a las actividades desarrolladas, un espacio para que los estudiantes se sientan a gusto y sin muchas distracciones, las unidades están pensadas para realizarse durante un periodo escolar de 7 semanas y se recomienda que antes de empezar cada sesión se plantea una hipótesis sobre lo que va a suceder en la clase y luego desarrollar una postura a través de lo obtenido por los experimentos; al final de la clase, realizar una retroalimentación con los estudiantes, y se da espacio para las preguntas.

5.2.1 Ciclo Didáctico

Nombre del Ciclo: Conceptualización del sonido, para posibilitar el desarrollo de habilidades científicas en estudiantes del grado undécimo.

Grado: 11° (Undécimo grado)

Número de Sesiones: 7

Contenidos Conceptuales (ESTÁNDARES/DBA)

Ciencias Naturales

Grado 11: Comprende la naturaleza de la propagación del sonido y de la luz como fenómenos ondulatorios (ondas mecánicas y electromagnéticas, respectivamente)

Evidencias de Aprendizaje

- Entender el concepto de onda como la propagación elástica de una energía la cual se manifiesta a través de vibraciones
- Identificar las diferentes características que compone la onda a partir de las consideraciones de Hermann Von Helmholtz
- Analizar habilidades científicas en los diferentes discursos presentados por los estudiantes.

Contenidos procedimentales para esta propuesta didáctica son:

- Adquisición: Obtener conocimiento nuevo
- Definición: aproximarse a la definición y contextualización de los diferentes conceptos como (tono, sonido, acústica, escala, agudo, grave, onda mecánica, propagación) después de adquisición del conocimiento, mediante la experimentación.
- Análisis: contextualizar los diferentes enfoques respecto a lo que se entendió luego de explicado el tema.
- De experimentación: Aplicar por medio de la experimentación los diferentes conceptos y aprendizajes adquiridos.
- Debate: fomentar la pregunta y los foros abiertos para socializar y saber que tan significativo fue el aprendizaje.

Objetivo General:

Identificar los elementos distintivos de las ondas encaminando a un aprendizaje significativo respecto al concepto del sonido, mediante la experimentación y conceptos claves para favorecer el desarrollo de habilidades científicas.

Objetivos Específicos:

- Identificar los conceptos que caracterizan la onda.
- Explorar aspectos del sonido que permitan evidenciar habilidades científicas.

Fase de exploración

Esta fase se busca indagar sobre las concepciones previas de los estudiantes frente a algunos conceptos relacionados con el sonido como fenómeno ondulatorio, primero utilizamos como recurso una evaluación de conocimientos (evaluación KPSI) y finalmente se busca que los estudiantes a partir del diálogo nos expresen su nivel de comprensión frente al tema tratado.

Actividad 1. Sesión 1 (1 hora)

Con esta actividad inicial se busca dar cuenta de algunos aspectos de la unidad que comenzaremos a trabajar; tus aprendizajes previos, con esa información podremos saber tu punto de partida, para posteriormente saber cuánto hemos aprendido.

Utilizando las categorías siguientes, marca con una X en el recuadro que lo represente.

Categorías:

1. Lo sé y sé cómo se lo podría explicar a alguien.	2. No estoy seguro de saber, no podría explicárselo a alguien.	3. No lo entiendo.	4. Nunca he escuchado ese término.
---	--	--------------------	------------------------------------

Nivel conceptual	1	2	3	4
Onda mecánica				
Sonido				
Consonancia				
Disonancia				
Suma de tonos				
Nivel procedimental				
Distingue diferentes cualidades del sonido				
Identificas características de las ondas mecánicas				

Utiliza conocimientos científicos para dar soluciones a problemas de la vida cotidiana				
--	--	--	--	--

Espacio de Discusión. socializa con tu profesor y compañeros, los conceptos que más entiendes y que menos entiendes, y el por qué.

Fase de Nuevos Modelos Explicativos.

Con esta fase se busca acercar a los estudiantes a los planteamientos de Herman Von Helmholtz sobre el sonido como fenómeno ondulatorio y su relación con la música para posibilitar el desarrollo de habilidades científicas, lo cual permite que el conocimiento que sea significativo para los estudiantes.

Actividad Experimental 1. Sesión 2 (2 horas)

La finalidad de este experimento es que los estudiantes logren identificar propiedades de las ondas y se relacionen de una manera visual con la propagación de ondas.

Materiales:

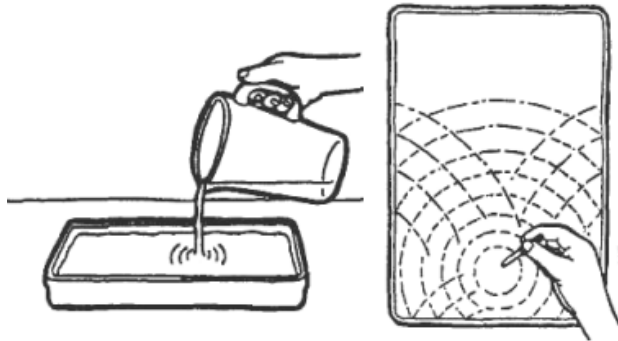
Recipiente cuadrado, un gotero o pitillo y agua.

Desarrollo:

Toma un recipiente cuadrado o rectangular y llénalo de agua hasta un centímetro antes del borde, cuando el agua esté tranquila usa un gotero, un pitillo o algún instrumento que te permita dejar caer una gota en uno de los bordes y observa lo que pasa, ahora deja caer una segunda gota de agua en una esquina y observa lo que sucede la intercepción.

Figura 4.

Recipiente con agua



Nota. Creación propia.

A continuación, describe de manera escrita los que observaste en los dos casos

¿Crees que estas ondas que vemos en el agua se pueden relacionar con el sonido? ¿por qué?

Luego los estudiantes deben socializar sus respuestas con sus compañeros, moderados por el docente.

Actividad experimental 2: vibraciones del sonido

Con este segundo experimento se busca abordar la onda desde una mirada microscópico en donde se trata la onda como particular y su movimiento, para provocar el cambio en el estado de la llama de la vela, buscando comprobar que no solo en el agua se pueden propagar las ondas

Materiales:

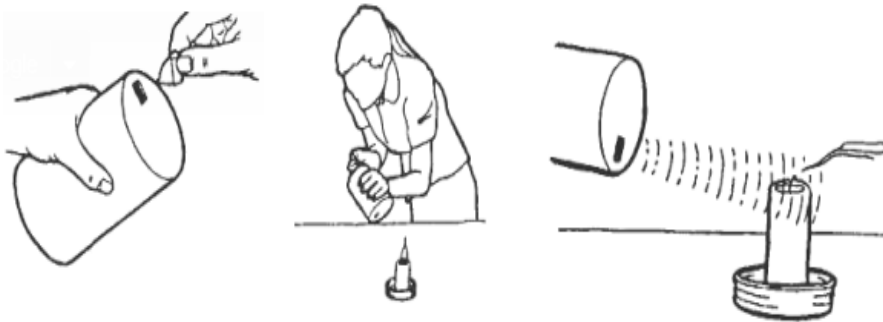
Tubo, o una caja pequeña, o una botella con una perforación en uno de los costados, una vela y un encendedor.

Desarrollo:

Primero enciende la vela, (recomendación: no estar cerca de materiales inflamables, luego golpea el objeto con tu mano por el lado sellado en dirección hacia la vela.

Figura 5.

Instrucciones: sonido y vela



Nota. Creación propia.

Ahora entre todos los integrantes debatir sus puntos de vista y responder las siguientes preguntas

1. ¿Qué sucede con la llama de la vela?
2. Describe lo observado, y los movimientos que realizaste con la mano en el tubo ¿Qué relación encuentras con las propiedades del sonido?

Para finalizar la sesión 1 responder

¿Qué aprendiste en esta clase?

¿Qué relación encuentras entre los dos experimentos realizados en la clase?

Puntualiza 3 conclusiones respecto a las ondas sonoras.

Actividad Experimental 3. Sesión 3 (2 horas)

Con este experimento casero sobre el sonido permitirá conocer cómo viaja el sonido y que al hablar emitimos ondas sonoras. Estas ondas hacen vibrar el fondo de los vasos de plástico. Es por lo que podemos oírnos incluso a través de un vaso.

Se sugiere realizar esta actividad en pequeños grupos de 3 personas.

Materiales:

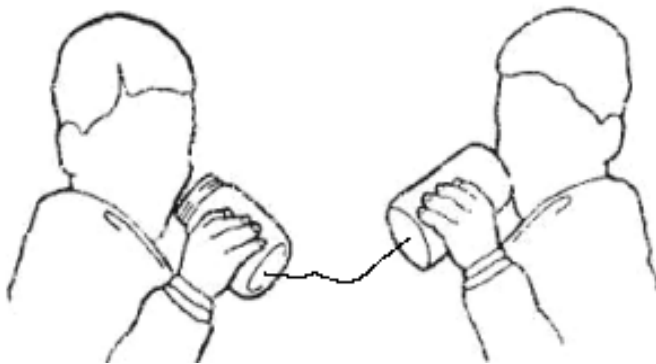
2 vasos de plástico, un hilo largo de cuerda fina o de lana, una aguja grande

Desarrollo:

1. Utiliza la aguja para hacer un agujero al fondo de cada vaso de plástico.
2. Coge el hilo de cuerda fina o lana (como prefieras) y pásalo por el agujero del primer vaso.
3. Tira del hilo. Pasa la otra punta a través del agujero del segundo vaso de plástico.
4. Haz un nudo en las extremidades del hilo en los dos vasos para que cuando tires de él, este no pase por los agujeros

Figura 6.

Vasos unidos a través de una cuerda



Nota. Creación propia.

¿Describe el funcionamiento del teléfono?

¿Qué papel juega la cuerda en este experimento?

¿Cómo explicar la interferencia, la disonancia y la consonancia con este experimento?

Saca 3 conclusiones de lo aprendido en esta clase respecto al sonido

Actividad Experimental 4. Sesión 4 (2 horas): Exploreemos los Parámetros Acústicos.

Materiales:

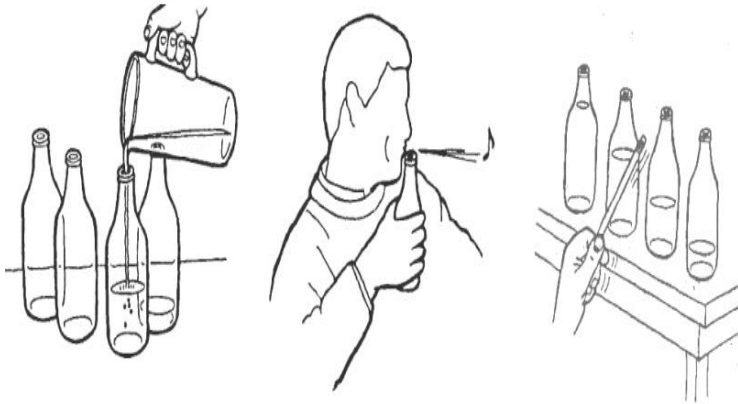
3 botellas de vidrio con agua la cual se encuentren a diferente altura

Desarrollo:

Primero alinee las 3 botellas e intenta soplar con la misma intensidad en las 3 botellas, observar el sonido que produce una botella cuando se sopla en su borde y registre los resultados

Figura 7.

Instrucciones: botellas con agua



Nota. Creación propia.

Discusiones Grupales

- ¿Cómo describirían el sonido?
- En orden ascendente ordena que tan fuerte fue el sonido de las botellas y describir que influyó en esto
- crear una hipótesis de por qué se produce este sonido.

Segunda Parte: Repite el mismo experimento, pero ahora en vez de soplar darle pequeños golpes con un lápiz, describe de qué manera cambió el sonido ¿qué pasa si golpeo la botella en diferentes partes?

Analícemos juntos

Basándonos en lo aprendido ¿Cuál es la diferencia entre tono y sonido?

¿Qué papel juega la forma de golpear la botella en la formación de sonido?

Desde lo experimentado en clase ¿cómo defines la frecuencia?

Actividad Experimental 5. Sesión 5 (2 horas)

Materiales:

Un pitillo y unas tijeras

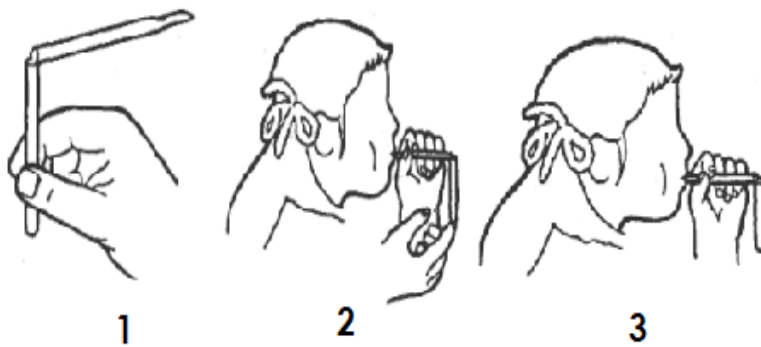
Desarrollo:

Con mucho cuidado hace un pequeño corte en la mitad del pitillo con las tijeras, asegúrate de no cortar el pitillo por completo luego dóblalo por el corte y aplana uno de los extremos.

Por el lado plano sopla el pitillo en el primer caso Hazlo tapando con tu dedo el orificio contrario del pitillo ahora repite esta vez sin tapar el orificio

Figura 8.

Instrucciones: soplando a través de un pitillo



Nota. Creación propia.

Analicemos juntos

¿Qué cambios ocurrieron en el sonido? ¿Por qué crees que esto sucedió?

¿Qué papel juega las vibraciones?

Comparar el sonido de tu silbato con el de 3 de tus compañeros, identifiquen 3 diferencias y 3 similitudes explica esto a que se debe

Relaciona esta actividad con lo aprendido sobre las características del sonido

Fase de Estructuración.

Esta fase tiene como objetivo acercarse a la idea de sonido como fenómeno ondulatorio desde la consonancia y disonancia de tonos

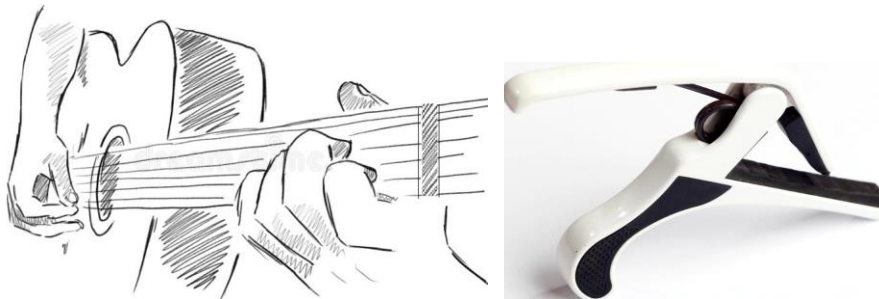
Actividad experimental 1. Sesión 6 (3 horas)

Materiales:

Una guitarra acústica y un capo

Figura 9.

Guitarra y Capo



Nota. Creación propia.

Desarrollo:

De manera individual exploren los diferentes sonidos que se pueden obtener al tocar las distintas cuerdas de la guitarra. Luego, modifique las longitudes de las cuerdas cambiando la posición del capo.

¿Qué tipo de intensidad, (grave o bajo y agudo o alto) identifican al tocar cada cuerda por separado y como varía el sonido al cambiar la posición del capo?

¿Cómo varía la intensidad del sonido en relación con la longitud de la cuerda?

Comparte con tus compañeros las respuestas de la actividad anterior, y mediante el diálogo identifica los factores más relevantes de la actividad, creen una hipótesis de cómo funcionan las guitarras.

Luego de la discusión, conformar grupos de tres estudiantes. Una vez conformado los grupos, elijan una de las cuerdas de la guitarra y con ayuda del metro y el capo establezcan 3 longitudes diferentes en el mástil, escuchen el sonido que emite la cuerda seleccionada con cada una de las longitudes establecidas, registren de manera escrita la experiencia.

Luego, construyan, en el equipo, un argumento sobre los factores que, consideran, intervienen en los cambios de sonido generados en la guitarra.

¿Qué función creen que cumple el campo en la formación del sonido?

Según las observaciones realizadas, ¿qué cuerdas de la guitarra consideran que emiten sonidos agudos (altos) y qué cuerdas emiten sonidos graves (bajos)? Explica

Por último, planteen en el equipo un nuevo instrumento especificando de qué material está hecho, como se debe tocar, como debería sonar y relaciónelo con lo aprendido en todas las sesiones anteriores, finalmente socializar con todo el grupo.

Fase de Aplicación a Nuevos Contextos.

En esta fase se busca que los conocimientos adquiridos en las fases anteriores sean aplicados a nuevas situaciones, que los estudiantes logren expresar el desarrollo de habilidades de científicas en la toma de decisiones, la argumentación y el debate.

Actividad 1. Sesión 7: (2 horas)

Se sugiere propiciar discusiones centradas las características de la onda, por qué se produce el sonido, como lo aprendido en estas actividades nos permite comprender el mundo que

habitamos, de qué manera la ciencia nos permite entender la naturaleza, en esta sesión se evaluará la participación de cada estudiante.

El estudiante, al final de la unidad, deberá poder describir tanto escrito como oral, la terminología básica tratada en la misma, ser capaz de construir el concepto de onda mecánica, diferenciar las propiedades de esta onda, conocer la naturaleza de la onda de sonido, distinguir entre tono, frecuencia y escala, utilizar con propiedad conceptos como disonancia, consonancia, interferencia.

Capítulo seis: Consideraciones Finales

El realizar esta investigación, desde los aspectos epistemológicos de la conceptualización del sonido, implicó un acercamiento al teórico Helmholtz, a través de la lectura de su obra *On The Sensation of Tone*, lo cual no solo nos relacionó con el conocimiento disciplinar, sino que también nos permitió analizar los aspectos metodológicos, conceptuales y procedimentales.

Helmholtz desde su forma de proceder y preparación académica, tenía una estrategia que consistía en ofrecer explicaciones, y contextos que compensaran la falta de términos directamente congruentes con la exigencias de la comunidad científica de la época, esto nos encamino a pactar una relación enseñanza- aprendizaje permeada por la reflexión, la experimentación y la divulgación, donde hay espacio para la interdisciplinariedad; nos muestra que partiendo de experiencias cotidianas como la música se puede realizar un desarrollo físico, matemático y fisiológico que nos ayude a comprender teorías científicas más complejas.

De este análisis logramos identificar una serie de experimentos y actividades cotidianas, que ayudaron a comprender el concepto de sonido, la identificación e interpretación de estos aspectos importantes en los planteamientos de Helmholtz, nos ayudó a formular una serie de actividades de las cuales evidenciamos el desarrollo de habilidades científicas en todos los casos, tales como la exploración de hechos y fenómenos, trabajo en equipo, crítica y apertura mental, las cuales están claras en el capítulo 4.

También evidenciamos la posibilidad de que áreas como la física y la música sean trabajadas de manera integral en la experiencia escolar, pues si bien cada una se desarrolla de manera independiente en términos teóricos, es posible establecer relaciones que faciliten su comprensión y fomenten el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes. De allí que consideremos pertinente proponer y establecer estrategias que favorezcan la enseñanza de las

ondas sonoras (sonido) en la escuela, en donde se establezca relaciones entre la física y la música como parte esencial de la cotidianidad de los seres humanos en los diferentes contextos culturales.

Durante el desarrollo investigativo, identificamos que, a partir de la experiencia y el conocimiento básico de los participantes en temas físicos, pueden expresar sus impresiones, interpretaciones e inquietudes frente a un fenómeno de la naturaleza en este caso el sonido, teniendo en cuenta que cada uno de ellos tienen una manera diferente de leer y comprender el mundo que les rodea.

De los hallazgos presentados en el capítulo 4, producto de la información recolectada de los instrumentos, pudimos evidenciar en los participantes un acercamiento efectivo a la teoría del sonido sin tener una formación elevada en física. A partir de esto concluimos que el desarrollo desde la parte experimental, debates, escenarios para la reflexión y la crítica de los casos frente a las actividades realizadas, brinda posibilidades para el desarrollo de habilidades científicas y alcanzar diferentes niveles de comprensión dentro de la física. Es a partir de esto que proponemos el ciclo didáctico presentado en el capítulo 5.

No obstante, señalamos que, para el desarrollo adecuado de los instrumentos en términos de Helmholtz fue necesario profundizar en las características y propagación del sonido con el fin de evidenciar mediante la experiencia, que el sonido tiene un comportamiento ondulatorio que depende del medio de propagación.

Por otra parte, las actividades que propiciaron las discusiones alrededor de las concepciones de ciencia y aspectos claves de la caracterización del sonido resultaron interesantes en tanto los participantes mostraron una posición de escucha hacia los otros, al mismo tiempo que defendieron sus ideas con argumentos, desde allí nos permitimos entonces considerar que, a través de estas dinámicas, es posible construir en las aulas espacios para el desarrollo efectivo de habilidades

científicas; además la discusión de algunos aspectos epistemológicos de la conceptualización del sonido en la obra *On The Sensation of Tone* de Helmholtz; fue vital para fomentar posturas críticas y reflexivas de la actividad científica y problematizar su relación con la sociedad moderna, de manera que pueda entenderse como una actividad humana, sensible al cambio y explicar el mundo en que vivimos.

En vista de que los participantes pudieron comprender, desde las actividades propuestas, de una manera más profunda y eficiente la conceptualización de sonido, entendemos que es necesario actualizar las metodologías que se utilizan para la enseñanza de la física, para esto es importante que el maestro investigue, tenga ideas nuevas que ayuden al estudiante a reflexionar acerca de lo que aprende y adopte una mirada histórico-epistemológica, que lo ayude tanto a él como a sus estudiantes a comprender la evolución de las teorías científicas, sus implicaciones y aplicaciones, enriqueciendo así el desarrollo de las clases y manejar escenarios que despierten la curiosidad de los estudiantes.

Finalmente, invitamos a una reflexión profunda a los profesores, sobre los desafíos actuales frente a la enseñanza de las ciencias, es necesario pensarse metodologías nuevas, donde el dialogo de saberes, reflexión y crítica prevalezca en el aula de clases, porque debemos contribuir en la formación de personas con capacidad de análisis, que logren pensar y actuar críticamente y proporcionar soluciones efectivas a los desafíos de la vida diaria.

Referencias

- Álvarez Lires, M., Arias, A., Pérez Rodríguez, U. y Serrallé, J. F. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 213-233.
- Aguilar Rodríguez, Y. y Alamino Ortega, D. J. (2019). La historia y la epistemología como concepción didáctica en la enseñanza de la física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(1), 1301-1306.
- Aguilar, Y. (2006). *Uso de la Historia y la epistemología de la física en educación en física* (Trabajo de Grado). Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. Ciudad de México: Trillas.
- Ballester, V. A (2002). El aprendizaje significativo en la práctica. Cómo hacer el aprendizaje significativo en el aula. Barcelona. Seminario de Aprendizaje Significativo.
- Carr, E. H. (1991). *¿Qué es la historia?* Recuperado el 08 de septiembre de 2022, de <https://aulavirtual4.unl.edu.ar/mod/resource/view.php?id=737>
- Crespo, J. L. (2004). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Castellanos, N. (2019). *Una propuesta didáctica para la enseñanza del sonido en la educación media*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 16 de noviembre de 2021, <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75875/52752127.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Darwin, C. (1981). *The descent of man, and selection in relation to sex*. Princeton: Princeton University Press.
- Furman, M. y Podestá, M. (2009). *La Aventura de Enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Aique Grupo editorial.

García Pérez, A. S. (2004). *El concepto de consonancia en la teoría musical* (Tesis Doctoral). Universidad de Salamanca, Salamanca, España.

Gimeno, S y Pérez, A. (2000). *Comprender y transformar la enseñanza*. Ediciones Morata.

Gómez, E. (2017). *La caracterización del sonido: un estudio alrededor del tono* (Trabajo de Grado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Helmholtz, H. (1912). *On The Sensation of Tone*. Alemania: La traducción al inglés de Alexander J. Ellis.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª Ed.). Ciudad de México, McGraw-Hill.

Kuhn, T. S. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

Matthew, M. R. (1994). *Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual*. Enseñanza de las Ciencias, 12(2)

Mauro, D., Furman, M. y Bravo, B. (2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 10(2), 1-10.

Mendizábal, N. (2008). Estrategias de investigación cualitativas. Recuperado el 08 de septiembre de 2022, de

https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/mendizabal_nora_los_componentes_del_diseno_flexible_en_investigacion_cualitativa_cap_2_en_estrategias_de_investigacion_cualitativas_.pdf

- Montes, M. (2017). *Propuesta metodológica que contribuye a la enseñanza de las ondas mecánicas y sus propiedades mediadas por las tic* (Trabajo de Grado). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Moreno Herrero, I. (2000). El sonido como recurso. *Educación y Medios*, 10.
- Morcillo, C. García, E. Tobón, E. Quinto, A. Mejía, S. Amelines, A. Giraldo, L. Aguilar, Y. (2017). *La experimentación en la clase de ciencias aporta a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones meta científicas*. Editorial Universidad de Antioquia
- Muñoz, G. (2010). *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*. Investigación Monográfica, Medellín.
- Reyes-González, D. y García-Cartagena, Y. (2014). Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. *Educación y Educadores*, 17(2), 271-285.
- Robert E. STAKE (1998). *Investigaciones con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Rodríguez Ballesteros, I. F. (2013) *Descripción física de la armonía clásica* (Trabajo de Grado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Ruiz, M., Castillo, L. y Delgado, M. (2013). *Importancia de la enseñanza y aprendizaje de conceptos de ondas mecánicas* (Trabajo de Grado). Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Ruiz, M. Castillo, L. Y y Delgado, M. (2013). *Importancia de la enseñanza y aprendizaje de conceptos de ondas mecánicas*. Universidad del Zulia.
- Sanmartín, L. y Reátiga, N. (2020). *Desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes de grado quinto de dos Instituciones Educativas del Departamento de Antioquia, a partir del*

tema de biodiversidad (Trabajo de Grado). Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia.

Serway, R. A. y Jewett, J. W. (2009). *Física: Para ciencias e ingeniería con Física Moderna* (7a. ed.). México D.F.

Vargas, L. y Méndez, N. (2020). *Desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes de grado quinto de dos Instituciones Educativas del Departamento de Antioquia, a partir del tema de biodiversidad* (Trabajo de Grado). Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia.

Walti, R. (2002). Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias didácticas*, 20(2), 261-270.

ANEXOS

ANEXO 1 (ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO)

Apreciado padre de familia y/o acudiente.

Su hijo ha sido invitado a participar en la investigación, El desarrollo fenomenológico de experiencias musicales: una aproximación desde las consideraciones teóricas del físico Hermann von Helmholtz orientada a al desarrollo de habilidades científicas para chicos del grado undécimo, investigación desarrollada por Milany García, Lizeth V. Herrera y Paola L. Taramuel. (investigadores principales), estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia. y Yirsén Aguilar Mosquera (Asesor),

Este estudio se realizará con estudiantes de grado once de la Institución Educativa Comercial de Envigado. En particular, es de interés para la investigación conocer cómo en el marco de prácticas y discursos los estudiantes logran dar solución a ciertas situaciones y cómo estos modos de proceder desde una mirada histórico-epistemológica posibilitan el desarrollar habilidades científicas.

Esta participación se hará junto con otras personas para desarrollar algunas actividades que servirán de instrumento de recolección de información de interés para la investigación. Es importante aclarar que no habrá respuestas correctas ni incorrectas, y que éstas no afectarán el rendimiento académico ni tendrá implicaciones negativas en el proceso, solamente se quiere conocer las consideraciones de los participantes acerca del tema de investigación.

Las discusiones que se den dentro de estos encuentros académicos serán registradas en formato de audio y/o video, con la finalidad de tener registrada toda la información para su posterior análisis. La información obtenida en la investigación será de carácter confidencial y se guardará el anonimato.

Su participación en este estudio no involucra ningún riesgo o peligro para su salud física o mental. Si alguna de las preguntas o temas que se trate le hicieran sentir incómodo(a), tiene derecho de no comentar al respecto. Por otra parte, es importante precisar que no recibirá pago ni nota alguna por participar en este estudio.

Su participación en este estudio es voluntaria. Si usted decide participar, es libre de cambiar de opinión y retirarse en el momento que usted lo requiera, sin recibir ningún tipo de sanción.

Agradecemos su colaboración.

Yo _____ , identificado con C.C. _____ acudiente del alumno _____ identificado con T.I _____, autorizo su participación voluntaria en la investigación El desarrollo fenomenológico de experiencias musicales: una aproximación desde las consideraciones teóricas del físico Hermann von Helmholtz orientada a al desarrollo de habilidades científicas, desarrollada por Milany García, Lizeth V. Herrera y Paola L. Taramuel, estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia.

Declaro haber sido informado/a de los objetivos y procedimientos del estudio y del tipo de participación. Con relación a ello, mi acudido acepta participar en las actividades individuales y en el grupo de discusión, y consiento que se realicen grabaciones en audio y vídeo.

Participante

T.I. _____

Padre de familia o acudiente

C.C. _____

Investigador principal

C.C. _____

Para su constancia se firma a los ____ días del mes de _____ del 2022.

Datos de contacto:

Cualquier pregunta que usted desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar al profesor en formación Lizeth Vanesa Herrera Vélez, celular: 319 629 0291, email: lvanesa.herrera@udea.edu.co.

ANEXO 2: Instrumentos

Instrumento 1: caracterización del sonido

En la vida diaria percibimos diferentes sonidos, y para que estos puedan llegar a nuestro oído, se necesita del aire para que se puedan propagar las ondas del sonido, el sonido tiene 4 características básicas que son: la altura, la duración, timbre e intensidad. Ahora el sonido se diferencia del ruido porque puede ser medido en sus cuatro características nombradas

anteriormente, y el ruido no es posible ser medido en todas. Las características las describiremos a continuación:

Altura: Se tiene en cuenta si el sonido es grave o agudo, por ello la altura depende de la frecuencia de la onda sonora (la velocidad de vibraciones de los cuerpos sonoros). Entonces se puede decir que entre más vibre el sonido, es más agudo(alto), y entre menos vibre es grave(bajo).

La intensidad: Se le denomina intensidad al grado de fuerza con que un sonido puede llegar a nuestro oído, por lo que la intensidad va a depender de la amplitud de la vibración. Es la potencia acústica (volumen). Es así como tendremos sonidos fuertes, débiles o medios.

Duración: Es el espacio que ocupa un sonido, desde que empieza hasta que se termina, Existen sonidos que pueden ser largos, que se prolongan en el tiempo, así como sonidos que son de mediana duración o sonidos cortos. Por ende, si combinamos la duración de diferentes sonidos, podemos producir distintos ritmos.

Timbre: Es una característica propia del sonido, algo importante de resaltar aquí, es que el timbre comprende las otras tres características ya mencionadas (altura, intensidad, duración) y además es determinado por la fuente sonora, por ejemplo (madera, metal entre otras) de lo que se constituye un elemento que es sonoro, y también por la forma en cómo producir el sonido (soplar, frotar, dejar caer, etc.) es así cómo podemos diferenciar que tipo de instrumentos suenan en una orquesta.

Objetivo general: Determinar las diferentes características del sonido y cómo las percibimos.

Actividad 1. Cualidades del sonido

Materiales: Tema musical y celular o grabadora

Desarrollo: Escucha atentamente el tema musical, pueden cerrar los ojos para lograr una mejor concentración y luego de manera individual responder las siguientes preguntas

¿Cómo percibiste la melodía?

¿Qué tipo de sonido identificas en la melodía? ¿por qué?

¿Qué puedes decir acerca de la intensidad de la melodía?

¿De qué manera describes el sonido teniendo en cuenta si son sonidos complejos o simples?

Para finalizar socializa las respuestas con tus compañeros e encuentra puntos en común con sus pensamientos.

Actividad 2. Escuchando diferentes sonidos

Materiales: cuaderno, lápiz, borrador, sacapuntas

Desarrollo: Toma varios de tus útiles escolares, como lápices, borradores, cuadernos, sacapuntas y déjalos caer al piso, debes estar muy atento al sonido que producen al caer y luego de manera grupal responder.

Respecto a cada útil que cayó al piso ¿cómo describes la duración del sonido?

Para cada útil que cae al piso, ¿qué identifican respecto a la amplitud?

Actividad 3. Exploración con botellas de vidrio, reconociendo diferentes sonidos

Materiales: 3 botellas de vidrio, agua y un lápiz

Desarrollo: En parejas realizar la siguiente actividad

1. Alinee las 3 botellas e intenta soplar con la misma intensidad en las 3 botellas
2. Observa y escucha el sonido que produce una botella cuando se sopla en su borde
3. Registre los resultados
4. Repite el paso anterior esta vez golpeando con el lápiz y registra los resultados.

¿Qué sonidos identifican al soplar y al golpear la botella?, ¿Qué diferencias encuentras?

Comparte los resultados con tus compañeros y juntos identifiquen desde la experiencia características del sonido.

Para finalizar la sesión cada participante debe relacionar desde su experiencia las 3 actividades realizadas y sacar una conclusión respecto a las características del sonido.

Instrumento 2: onda mecánica

Para el físico Hermann von Helmholtz la rapidez o lentitud de la onda no afecta en lo más mínimo las propias leyes que la rigen, pero obliga al observador a aplicar diferentes métodos

de observación, el ojo por un lado y el oído por el otro.

Objetivo general: Analizar la manera en que Helmholtz aborda las ondas sonoras.

Actividad 1 Movimiento vibratorio

Materiales: Mesa y 2 Reglas de diferente material

Desarrollo: En grupos de a tres coloquen una regla metálica aproximadamente la mitad sobre el borde de una mesa. Presiona con firmeza hacia abajo y luego golpea la regla por el lado que está fuera de la mesa. ¿Qué logras observar y escuchar cuando golpeas la regla?

Luego de esto, repite los pasos, pero desliza la regla poco a poco hacia afuera del borde de la mesa, ¿Qué cambios en el sonido percibes al modificar la posición de la regla?, socializa con tus compañeros.

Actividad 2. La acústica

Helmholtz también nos describe la propagación del sonido por medios elásticos, donde la energía es producida por vibración que viaja a través del aire o cualquier otro medio y que puede recibirse y escucharse cuando llega al oído de una persona.

Materiales: 2 vasos plásticos, una aguja o punzón y un cordón de 3 metros

Desarrollo: crea un teléfono casero al atar los dos vasos con la cuerda de 3 metro, utiliza la aguja o punzón para realiza un agujero en el centro de cada vaso por donde pasa el cordón, interactúa con él y tu compañero, luego responde las siguientes preguntas

¿Qué factores influyen a la hora de transmitir un mensaje a través del teléfono casero?

¿Qué percibes al sostener el vaso o la cuerda?

Actividad 3: Percepción de vibración.

Materiales: 1 Bafle pequeño de música, 1 cuadro de papel más pequeño que el bafle, cinta.

Desarrollo: Entre todos peguen el papel al parlante del bafle con él encendido, pero con el volumen más bajo que se pueda. ¿Qué logras observar hasta ahora?

Ahora suban el volumen a la mitad de la capacidad del bafle, ¿qué diferencia puedes observar y escuchar a diferencia de cuando el volumen estaba bajo? Por último, suban el volumen a toda la capacidad del bafle y discutan para responder las siguientes preguntas.

¿Qué pasa con el papel cuando se sube un poco el volumen?

¿Qué relación encuentran entre la percepción del ojo y la del oído?

Para finalizar cada participante debe sacar una conclusión sobre las ondas sonoras y su forma de transportarse.

Instrumento 3 Propiedades del sonido

En la vida cotidiana escuchamos diferentes sonidos como los emitidos por los carros, ambulancias, diferentes personas, animales, la música entre otros. Cuando el oído humano capta vibraciones, el cerebro las interpreta como sensaciones provocadas por el movimiento del desplazamiento de las partículas, a éste movimiento lo denominamos frecuencia. Estas sensaciones al ser placenteras o ‘agradables’ hacen que denominemos a este fenómeno como sonido; cuando lleva una intención expresiva y artística lo conocemos como “música”.

El sonido está compuesto por tonos, los cuales se pueden clasificar en agudos o graves; esta clasificación está basada en las frecuencias, las cuales se entiende como el número de veces por segundo que se repite una onda de sonido; Cuantas más vibraciones se produzcan, más agudo o alto será el tono, como por ejemplo los sonidos emitidos por un violín, un triángulo, el canto de los pájaros o un silbido. Si el número de vibraciones se reduce, el sonido se hace más grave o bajo, por ejemplo, un trueno, el sonido de un tambor o el rugido de un león.

Objetivo general: Identificar habilidades científicas a partir de actividades que nos posibiliten caracterizar el tono.

Actividad 1. El tono

Materiales: una guitarra, un metro y un capo

Desarrollo: De manera individual exploren los diferentes sonidos que se pueden obtener al tocar las distintas cuerdas de la guitarra. Luego, modifique las longitudes de las cuerdas cambiando la posición del capo.

¿Qué tipo de intensidad, (grave o bajo y agudo o alto) identifican al tocar cada cuerda por separado y como varía el sonido al cambiar la posición del capo?

¿Cómo varía la intensidad del sonido en relación con la longitud de la cuerda?

Comparte con tus compañeros las respuestas de la actividad anterior, y mediante el diálogo identifica los factores más relevantes de la actividad. Luego de la discusión, conformar grupos de tres estudiantes. Una vez conformado los grupos, elijan una de las cuerdas de la guitarra y con ayuda del metro y el capo establezcan 3 longitudes diferentes en el mástil, escuchen el sonido que emite la cuerda seleccionada con cada una de las longitudes establecidas, registren de manera escrita la experiencia. Luego, construyan, en el equipo, un argumento sobre los factores que, consideran, intervienen en los cambios de sonido generados en la guitarra.

¿Qué características físicas posee la guitarra y esto a que se debe?

¿Qué sucede con el sonido si cambian la longitud de las cuerdas utilizando el capo?, ¿Qué perciben respecto a la intensidad del sonido?

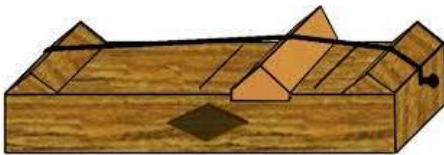
Actividad 2. Construyendo la idea de tono

Cuenta la leyenda que en cierta ocasión Pitágoras pasó delante de una herrería y al oír los diferentes sonidos producidos por los martillos de los herreros, apreció que tales sonidos eran consonantes. De regreso a su casa hizo una serie de experimentos con diferentes pesos atados a

cuerdas, flautas, vasos de agua, etc., para comprobar matemáticamente las relaciones numéricas de las consonancias escuchadas.

Sus experimentos le llevaron a la invención de un instrumento de cuerda llamado monocordio, el cual lo podemos definir como Instrumento antiguo con caja armónica, como la guitarra, y una sola cuerda, que se tocaba con una púa, la cual servía de diapason. en esta oportunidad con tu grupo de trabajo van a interactuar con el monocordio casero que les facilitaremos y realicen una discusión acerca de ¿cómo creen que funciona el monocordio? y ¿cuál puede ser la finalidad de este instrumento?

Imagen guía del monocordio



De acuerdo con la imagen anterior y la interacción con el instrumento, si colocan la varilla móvil sobre las líneas marcadas del mismo color en la tabla de balsa, al tocar la cuerda ¿escuchan diferentes sonidos?, discutan y expliquen sus puntos de vista.

Ahora, si coloca la varilla móvil sobre las líneas marcadas de diferente color en la tabla de balsa, al tocar la cuerda ¿notan algún cambio en el sonido?, argumenten cada uno su respuesta frente a sus compañeros.

¿Qué creen que sucedería si amarraran una segunda cuerda de nylon en los mismos tornillos? Seguidamente atar la segunda cuerda de nylon y cada uno reflexione el resultado con la respuesta anterior, luego realicen un análisis y discutan acerca de los hallazgos.

Teniendo como base la construcción de un monocordio ¿Qué variaciones debemos realizar para obtener diferentes notas musicales, en este instrumento?

¿De qué manera nos ayuda la experimentación con instrumentos musicales a comprender la composición del sonido y las características de las ondas sonoras?

Actividad de cierre

En mesa redonda analizar y discutir las siguientes preguntas

¿Qué podemos decir de los sonidos y de su clasificación de graves y agudos?

¿Qué entienden por música?

¿Qué partes podemos identificar en una onda sonora?

Nombra 3 propiedades de las ondas sonoras

ANEXO 3 Sistematización de los instrumentos (1,2 y 3)

Las personas que participaron en las siguientes sesiones serán identificadas como casos, los cuales se abreviaron asignándoles un número de la siguiente manera:

participante 1 (C1), participante 2 (C2), participante 3 (C3), participante 4 (C4), participante 5 (C5) y participante 6 (C6)

Instrumento 1 Cualidades del sonido

Actividad 1. Se les pide a los participantes que escuchen la siguiente melodía y de acuerdo con esto respondan las preguntas.

<https://www.youtube.com/watch?v=de7TWd4KM5w&t=314s>

Pregunta 1.1 ¿Cómo percibiste la melodía?

Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	C1	Me gusto, entiendo la melodía como la unión agradable de diferentes sonidos, que permiten componer una estructura con un grado de complejidad mayor a como tiene un sonido simple. que la estructura del sonido sea agradable o no ya depende de cada uno, y pues para que sea melodía, tienen que ser armónico.
		C2	La composición de los sonidos por parte de los músicos fue armónica, lo cual transmite una sensación placentera al escucharla.

		C3	La melodía fue muy agradable ya que es una composición bastante bien hecha, atractiva para el oído, ya que sus sonidos graves a baja frecuencia la hacen aún más interesante.
		C4	La melodía fue armoniosa y relajante, el conjunto de sus sonidos se complementa entre sí para hacerlo agradable.
		C5	Fue muy agradable ya que todos los sonidos se conjugan de una manera muy limpia, y no encuentro ningún tipo de disonancia que haya perturbado o haya cortado la melodía inesperadamente.
		C6	La mayor parte de la obra se compone por sonidos agradables, la intensidad era cambiante y precisa para imaginar un escenario de tranquilidad, las notas agudas y graves hacen de la melodía algo especial.
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas	Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones	C1	En efecto, la melodía propuesta fue de mi agrado, la armonía de los sonidos me remonta a un entorno seguro y cómodo.

con el sonido	Crítica y apertura mental	C4	Comparto la idea de mis otros compañeros cuando se refieren a que los sonidos deben de complementarse para formar una melodía agradable para el oído.
---------------	---------------------------	----	---

Pregunta 1.2. ¿Qué tipo de sonido identificas en la melodía? ¿por qué?

Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	C1	Los sonidos percibidos son de diversos tipos, desde los acordes suaves en el violín hasta la perturbación de la trompeta, realizando una mezcla de acordes, que busca mitigar la similitud de sonidos individuales
		C2	El sonido parte de dos escalas, la escala de sol, y la escala de fa, la escala de sol es la grave y la escala de fa es la aguda, normalmente los sonidos de cuerda van en la escala de fa como el violín.
		C3	Los diferentes instrumentos generan todo tipo de sonidos, diría que se produjeron más agudos que graves, pero en general toda clase de sonido hubo en la melodía.
		C4	Es un sonido agudo porque, aunque sean muchos sonidos integrados, el que más predominancia tiene, el que más se escucha y nota es el violín, es un sonido muy agudo, y con muchas vibraciones.
		C5	En realidad la melodía, es un conjunto bien pensado de notas agudas y graves, así que ambas están presentes, aunque si debo inclinarme por uno, a mi

			parecer en esta composición predominan las notas graves, solo en algunos instantes tocan notas agudas.
		C6	La mayor parte de la melodía se componía de notas graves, su frecuencia era bajita en instantes, habían momentos en donde la nota se subía más de lo normal, siendo estas notas agudas.
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones	C1	Los objetos de viento que logró identificar en la melodía, se tornan un poquito más perturbadores en la obra, como la trompeta, la cual permite percibir una perturbación en los acordes, que así se van detallando los sonidos que se interpretan en la obra, desde la delicadeza, desde la suavidad del violín hasta las perturbaciones de las trompetas, nos hacían retomarnos a escenas de conflictos.
		C2	Dado a que es una secuencia, tiene altos y bajos, normalmente un instrumento bajo, marca la melodía, porque es casi imperceptible.
	Crítica y apertura mental	C6	Concuerdo con mi compañero, cuando menciona que los instrumentos de viento hacen que la melodía sea un poquito más perturbadora, lo que hace que se escuche sonidos agudos, pues su frecuencia es más alta.

Pregunta 1.3. ¿Qué puedes decir acerca de la intensidad de la melodía?

Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	C1	La melodía tuvo una fuerza impactante durante la línea de tiempo que transcurrió, donde se evidencia en algunas partes una mayor vibración, con tonalidades más agudas.
		C2	La intensidad de la melodía es variada según el momento.
		C3	Diría que la intensidad de la melodía fue alta, ya que fue dominada por agudas.
		C4	Esta melodía tuvo sonidos mayormente fuertes, sin embargo, no es una melodía fuerte en su totalidad, por lo que es una intensidad media.
		C5	Generalmente se compone de sonidos fuertes.
		C6	La mayor parte de la obra se compone por sonidos agradables, la intensidad era cambiante y precisa para imaginar un escenario de tranquilidad.
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones	C2	En muchas ocasiones la melodía cambia su intensidad, de baja a alta y viceversa, lo que hacía que la melodía sea placentera, pues no se mantenía constante sino que era cambiante.
		C3	La melodía me llevó a un momento de tranquilidad, pues sus sonidos agudos y graves, complementan un sonido placentero.
		C6	Las intensidad de las notas graves eran perfectas en la composición de la melodía, me imagine un ambiente de paz y tranquilidad al igual que mis otros compañeros.
		C4	

	Crítica y apertura mental		Logre identificar que la melodía tenía una intensidad media, y comparto la idea de mi compañero que su sonido era agradable en general, me llevó a un momento de tranquilidad y serenidad.
--	---------------------------	--	--

Pregunta 1.4. ¿De qué manera describes el sonido teniendo en cuenta si son sonidos complejos o simples?

Categoría	Subcategoría o indicador	Cas o	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Propagación de la onda	C1	Se evidencia en algunas partes una mayor vibración, y logre percibir muchos sonidos a la vez, en general percibí un sonido complejo.
		C2	Tuvo una mayor vibración en casi toda la duración de la melodía, el sonido que percibí fue complejo dado a todos los componentes que tiene.
		C3	La vibración de los sonidos es mayor en los sonidos agudos, la melodía es compleja, donde diferentes sonidos interactúan.
		C4	La vibración del sonido fue mayor en casi toda la melodía, y percibí un sonido complejo ya que son muchos sonidos juntos, no se logra identificar bien qué instrumentos están presentes.
		C6	La mayor parte de la melodía se compuso de sonidos fuertes, y su vibración fue mayor.
Uso de habilidades científicas en la	Exploración de hechos y fenómenos como	C1	Lo que yo sé de música es que si hay una mayor vibración en el sonido es porque hay una nota aguda, en cambio si hay una menor vibración es porque es grave.

explicación de situaciones relacionadas con el sonido	escenario para dar explicaciones	C4	Relaciono que la unión de varios instrumentos hacen una composición musical, en este caso fue agradable, pero es difícil diferenciar qué instrumentos suenan, solo se sabe que todos los sonidos juntos hacen una melodía agradable.
---	----------------------------------	----	--

Actividad 2. Toma varios de tus útiles escolares, como lápices, borradores, cuadernos, sacapuntas y déjalos caer al piso, esto a que se debe.

Pregunta 2.1. Respecto a cada útil que cayó al piso ¿cómo describes la duración del sonido?

Categoría	Subcategoría o indicador	Casos	Respuestas de los casos de manera grupal
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	Todos los casos	El sonido producido al dejar caer los útiles tuvo una duración muy corta, porque al caer al piso no hace eco, se estrella en el piso una sola vez y dura poco.
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones	Todos los casos	Al intentar con diferentes materiales, aunque la duración se corta, se aprecia que un factor decisivo en el sonido es el material.

Pregunta 2.2. Para cada útil que cae al piso, ¿qué identifican respecto a la amplitud?

Categoría	Subcategoría o indicador	Casos	Respuestas de los casos de manera grupal
-----------	--------------------------	-------	--

Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	Todos los casos	La amplitud de la onda depende de la fuerza con la que se tira cada objeto al suelo, es mayor cuando escucho un sonido fuerte y menor cuando el sonido es suave.
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones	Todos los casos	Cuando el sonido es débil su amplitud es menor, en este caso la mayoría de los sonidos fueron suaves.



Actividad 3. Exploración con

botellas de vidrio, reconociendo diferentes sonidos

Pregunta 3.1. ¿Qué sonidos identifican al soplar y al golpear la botella?, para golpear usa un lápiz de madera.

Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	C1	Al momento de soplar escuche un sonido agradable, pues dependiendo de la fuerza con que sople se adquiere un sonido diferente, y pasa lo mismo cuando golpeó la botella con el lápiz en diferentes partes; depende también de la altura, y si la botella está destapada o no.
		C2	Acá podemos ver el fenómeno, donde la onda rebota y sale, y cuando se la toca con el lápiz, hace un impacto directo, entonces la onda directamente sale de ahí, no pasa por ningún fenómeno que la altere, entonces sale directamente.
		C3	Son diferentes sonidos porque una se genera por las vibraciones del viento al soplar, y la otra es por el impacto con el lápiz., el sonido es diferente ya que el grosor del material es constante, más bien la forma hace que emita sonidos diferentes mas no el material.
		C5	El sonido es diferente porque entre más chiquito sea el espacio que debe recorrer el aire esta suena como más fuerte, y entre más grande es más débil el sonido, cuando hay más agua, el sonido es más agudo
Uso de habilidades científicas en la	Exploración de hechos y fenómenos	C1	Pude observar que cuando sopló la botella es como que la onda toca la parte inferior de la botella y sale, generando un sonido grave, mientras que cuando le doy golpecitos con el lápiz, hace que el sonido sea agudo, pues el

explicación de situaciones relacionadas con el sonido	como escenario para dar explicaciones		material de la botella hace que la onda salga directamente.
		C2	Cuando las botellas están llenas de agua y le doy golpecitos con el lápiz pude percibir que el sonido generado es casi igual a cuando las botellas están vacías, por lo que la onda sale directamente.
		C3	Llene las botellas de agua, para saber si los sonidos son diferentes a cuando está vacía, y puedo asegurar que es totalmente diferente, porque depende de la cantidad de agua que tenga la botella, en este caso yo llene la botella hasta la mitad y pues la onda demorara menos es rebotar, a cuando la botella está vacía, y cuando llene casi toda la botella, la onda sale casi que directamente, no le da tiempo para rebotar, sale directamente.

Instrumento 2 la vibración como propiedad del sonido

Actividad 1. Para esta actividad los estudiantes experimentan con una regla modificando la longitud del punto de apoyo sobre la mesa.



Pregunta 1.1 ¿Qué logran percibir cuando golpean el extremo de las reglas que sobresale de la mesa?

Categoría	Subcategoría o indicadores	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Propagación de la onda	C2	A medida que se saca más la regla de la mesa vibra con menor frecuencia.
		C3	Unas veces se deforma más que otras, al alejar el punto de apoyo la regla se mueve de arriba a bajó un espacio mayor
		C4	La regla comienza a hacer un movimiento repetitivo y de oscilación y generando un ruido al golpear la mesa
		C6	Entre más firme la sostenga va a vibrar menos espacio y más rápido .
Uso de habilidades científicas en	Exploración de hechos y fenómenos	C1	la regla es como un trampolín entre más lejos esté del borde la piscina el clavadista puede tener más impulso ya que la amplitud del movimiento aumenta.

la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	como escenario	C3	yo creo que el rebote depende del peso de la regla y que tan firme se sostenga
	para dar explicaciones crítica y apertura mental	C5	Yo no creo que dependa del peso si no de la fuerza que uno ejerce y la posición en la que uno lo coloque.

Pregunta 1.2. ¿Qué cambios en el sonido percibes al modificar la posición de la regla?

Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Propagación de la onda	C1	La regla golpea la mesa con una frecuencia menor y el sonido se vuelve menos repetitivo.
		C5	Cuando utilizo una regla de madera el sonido es más grave y la de metal suena más aguda.
		C6	El material influye en cuanto al sonido que genera la regla, al igual que su posición respecto a la mesa.
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	Exploración de hechos y fenómenos	C1	No solo el material influye en el sonido sino también la posición, la firmeza con la que la tengo y la fuerza que aplico para que rebote sobre la mesa.
	como escenario para dar explicaciones	C4	El sonido depende del material, por que no suenan igual si golpeo una de madera a que si golpeo una de metal o de plástico.

Actividad 2: Construir un teléfono casero con dos vasos y una pita.



Pregunta 2.1 ¿Qué factores influyen a la hora de transmitir un mensaje a través del teléfono casero?

Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Propagación de la onda	C4	A veces se escucha mal ya que pueden ser varios factores, la cuerda no está bien tensada o se coloca el vaso muy abajo del oído.
		C5	A veces se escucha bien y otras veces mal, creo que es por que la longitud de la onda no se alcanza a desplazar bien por la cuerda.
		C6	No siempre se escucha pero creo que es por que no habla duro, y bueno noto que si tensionó más la cuerda se escucha mejor.
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones	Exploración de hechos y fenómenos como escenario	C1	y si intentamos cruzar dos cuerdas y mirar si habla uno pueden escuchar los otros tres?.

relacionadas con el sonido	para dar explicaciones	C5	¿Qué pasaría si en vez de una cuerda utilizáramos 2 cuerdas por cada vaso?.
----------------------------	------------------------	----	---

Pregunta 2.2 ¿Qué percibes al sostener el vaso o la cuerda?

Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuestas
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Propagación de la onda	C1	Siento que la cuerda vibra, aunque no lo logró observar.
		C3	Hay una vibración ya que eso son las ondas, pero no se observan mucho.
		C5	Si se siente vibración incluso en el borde del vaso cuando lo apoyo en la oreja se sienten como cosquillas.
		C6	El sonido viaja por la cuerda y la vibración que contempla este, permite que se escuche claro.
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones	C4	logró percibir que si la cuerda está bien tensionada se escucha mejor, entonces entre más vibración produzca la cuerda más claro el mensaje
		C2	Así mismo pasa con los teléfonos de las casas, las vibraciones pasan por la líneas telefónicas, pero ¿entonces qué pasa con los celulares? las ondas viajan por el aire

Actividad 3: Montaje de un baffle y un pedacito de hoja (Fabricación y exploración del sonido)

Pregunta 3.1 ¿Qué pasa con el papel cuando se sube un poco el volumen?

Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Propagación de la onda	C1	Las vibraciones se hacen más fuertes y esto hace que el papel se levante más.
		C2	Las ondas que salen del baffle llegan y golpean con más potencia el papel y por esto se mueve más.
		C4	A medida que subimos el volumen del baffle, el papel vibra más y se nota más porque las ondas del sonido lo golpean con más fuerza.
		C5	Mientras más se sube el volumen más se nota que se intenta levantar el papel.
		C6	Exacto, a medida que las ondas salen del baffle golpean el papel pero cada que sale con más volumen lo golpea con más fuerza y hace que vibre.

Pregunta 3.2 ¿Qué relación encuentran entre la percepción del ojo y la del oído?

Categoría	Categoría	Casos	Respuestas
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Propagación de la onda	todos los casos	Aunque ambos sentidos se complementan para dar una experiencia completa, el ojo puede apreciar las vibraciones así el tono en el que esté vibrando sea tan bajo que el oído no lo alcance a percibir, una forma de detectar el sonido es cuando las cosas a nuestro alrededor vibran como la mesa o las ventanas, así el baffle este en un volumen muy bajo la mesa vibra un poquito, de más que por los bajos de la canción.

Instrumento 3 Propiedades del sonido

Actividad 1: Caracterización del sonido en instrumentos musicales, respecto a la longitud de las cuerdas



Pregunta 1.1 ¿Qué características físicas posee la guitarra y esto a que se debe?

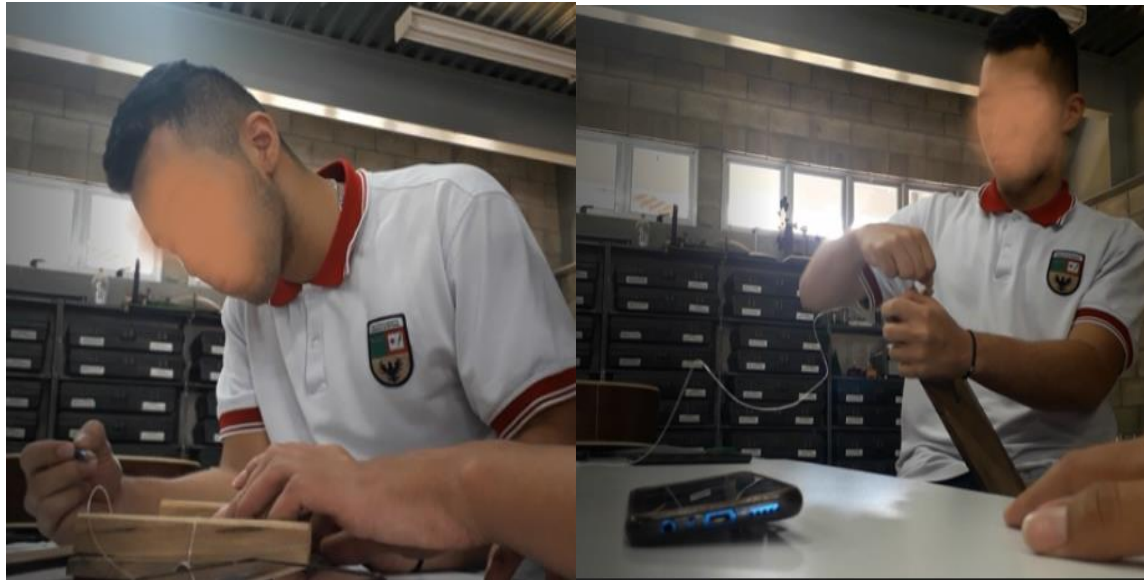
Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Propagación de la onda	C1	Primero comprendamos del instrumento, tiene una curvatura supongo que es para sostenerlo y que el sonido se reproduce gracias a la caja de resonancia que tiene que amplifica las ondas producidas por la de vibración las cuerdas, el material de las cuerdas es elástico para poder moverse.
		C2	El instrumento suena de una manera más aguda cuando tocamos las cuerdas más delgadas y una manera más grave cuando tocamos las cuerdas más gruesas podemos percibir el sonido debido a que en

			el momento en el que hacemos movemos las cuerdas, la guitarra lo amplifica.
		C5	La guitarra suena porque las cuerdas vibran y esa vibración se transmite por las cuerdas hasta el puente de la guitarra.
	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	C4	Las negras son graves y las blancas son agudas, esto se debe al material y otro factor que influye puede ser la tensión.
		C6	Respecto a las cuerdas las cuerdas juegan un papel muy importante en la forma de sonata guitarra hay dos grupos de cuerda las negras son las más agudas y las recubiertas de metal suenan más graves
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones	C1	Alguna vez han intentado hacer esto mismo con cauchos de distinto grosor, se puede tener los mismos resultados Solo que si lo hacemos con la guitarra suena mucho más alto.
		C3	Intentemos replicarlo de abajo hacia arriba para ver si suena igual.
		C5	Al jugar con la guitarra me recuerda cuando hacemos sonidos con cauchos como decía el
	Crítica y apertura mental		compañero ya que está nos enseña que a través de diferentes grosores y longitudes podemos obtener diferentes sonidos que se amplifican en este caso con la caja de resonancia pero si lo hacemos con un vaso también se amplifica, como cuándo colocamos el celular dentro de un vaso esto cumple la misma función que la caja de resonancia y amplificar el sonido.

Pregunta 1.2 ¿Qué sucede con el sonido si cambian la longitud de las cuerdas utilizando el capo?,
¿Qué perciben respecto a la intensidad del sonido?

Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	C1	Experimentando notan que entre menos longitud más agudo se vuelva el sonido.
		C2	Sí alejamos el capo el sonido se vuelve más grave además de si tocamos la cuerda al aire está siempre debe sonar igual ya que la vibración no cambia.
		C3	El sonido entre más bajo ponemos el aparato suena como más delgado, más finito.
		C4	Lo más importante es mantener la proporción en la longitud y que las cuerdas puedan vibrar libremente.
		C6	El sonido es más grave entre mayor sea la distancia entre el puente y el capó, sí alejamos el capo el sonido se vuelve más grave.
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones	C3	Primero debemos saber cómo colocar este instrumento, si se coloca hacia arriba o hacia abajo, debemos empezar a ensayar para ver cómo lo colocamos adecuadamente.
		C4	¿ Qué pasaría si tocamos en la parte de arriba debido a que el campo está obstruyendo la vibración? ¿deja de sonar?.
		C5	Las cuerdas de nylon deben ir arriba y las cuerdas que están recubiertas con metal deben ir abajo para que la guitarra esté bien cogida eso lo aprendí en clase de música, y si es zurdo se deben voltear las cuerdas, para al presionar los trastes con la izquierda las cuerdas tengan este mismo orden.

Actividad 2: Construcción de un monocordio



Pregunta 2.1 Teniendo como base la construcción de un monocordio ¿Qué variaciones debemos realizar para obtener diferentes notas musicales, en este instrumento?

Categoría	Subcategoría	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Propagación de la onda	C2	Para construir el instrumento debemos tener en cuenta el medio en el que se esté desplazando por qué no va a sonar lo mismo si estamos dentro del agua o estamos tocando al aire y también hay que tener en cuenta que la cuerda esté bien tensada.
	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	C6	Cada vez que acortamos un espacio a la mitad tenemos sonidos mucho más agudos que el anterior, por lo tanto hay que fijarse en las divisiones del instrumento.

Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones	C1	Sí lo partimos en espacios que conocemos podemos darle proporciones matemáticas a la música.
		C3	Puede que no dejemos las notas exactas ya que no tenemos un oído tan desarrollado pero si lo podemos clasificar entre más fuertes más débiles si empezamos a experimentar con diferentes medidas.
		C4	Con esta pieza móvil podemos intentar dividir la cuerda en dos en cuatro Y en seis partes iguales.

Pregunta 2.2 ¿De qué manera nos ayuda la experimentación con instrumentos musicales a comprender la composición del sonido y las características de las ondas sonoras?

Categoría	Subcategoría o indicador	Caso	Respuesta
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	C1	En los 2 casos trabajados hoy podemos apreciar que el sonido proviene de movimiento, es decir de las vibraciones, en este caso gracias a la tensión de una cuerda, y podemos obtener diferentes todos modificando la longitud de las cuerdas.
	Propagación de la onda	C2	Para empezar debemos hablar acerca del sonido, el cual se transporta por el aire, ya que el aire está compuesto de diferentes partículas las cuales llevan la energía de las ondas sonoras y lo cual nos permite escuchar, respecto a la experimentación

			cuando vemos las cosas es más fácil comprenderlas.
		C3	Al reducir la longitud el sonido producido será más agudo, los sonidos agudos tienen una alta frecuencia de vibración y entre más grave menor es esta frecuencia.
		C4	El sonido puede variar dependiendo de qué tan rápido o qué tan lento tocamos o hacemos vibrar una cuerda, para variar el tono podemos valernos de objetos que lo amplifican cómo son las cajas amplificadoras de los guitarras o los tubos de un instrumento de viento o las botellas con las que experimentamos en la primera sesión.
		C5	El viaje de la onda y su cambio surgen según los fenómenos que se encuentren en el ambiente, es decir si hay algo que haga interferencia, si se mueve por el agua o por el aire, si la cuerda es de un material o de otro
		C6	Una característica importante es el tipo de cuerda y que está no se desplaza igual en todos los materiales, no es lo mismo si la cuerda es más rígida o si la guitarra está dentro del agua.
Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones	Exploración de hechos y fenómenos como escenario	C3	El sonido trabajado desde los experimentos es más comprensible, nos permite observar las variaciones que antes solo nos daban en fórmulas.
		C5	Respecto a la experimentación es una forma agradable de abordar la física nos permite comprobar cualquier teoría que pensemos.

relacionadas con el sonido	para dar explicaciones		
----------------------------	------------------------	--	--

Actividad 3 Discusión grupal sobre las características del sonido.

Pregunta 3.1 ¿Qué podemos decir de los sonidos y de su clasificación de graves y agudos?

Categoría	Subcategoría o indicador	Casos	Respuestas de los casos de manera grupal
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Propagación de la onda	Todos los casos	Como los sonidos graves tienen menos vibraciones, en los instrumentos de cuerdas los sonidos agudos tienen una mayor frecuencia, además el sonido es algo predilecto de todas las cosas, es decir por sonido entendemos energía y está energía la podemos clasificar según cómo la percibimos, un sonido es algo que ya conocemos o distinguimos por ejemplo sabemos que las personas hablan eso lo tomamos como sonido y no como ruido lo que nos agrada o no nos permite entender el mensaje por ejemplo un golpe seco es un ruido.

Pregunta 3.2 ¿Qué entienden por música?

Categoría	indicador	Casos	Respuestas de los casos de manera grupal

Uso de habilidades científicas en la explicación de situaciones relacionadas con el sonido	Exploración de hechos y fenómenos como escenario para dar explicaciones	Todos los casos	una composición con sentido, es decir cuando dotamos de sentido el sonido es cuando lo convertimos en música, también la música es una forma de expresar sentimientos ya que cada sonido nos trae una imagen o recuerdo, con la música podemos apreciar los cambios en los ritmos y los tiempos de los sonidos, la música es física y arte
--	---	-----------------	--

Pregunta 3.3 ¿Qué partes podemos identificar en una onda sonora?

Categoría	Subcategoría	Casos	Respuestas de los casos de manera grupal
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la perspectiva de Helmholtz	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	Todos los casos	Las ondas sonoras tienen amplitud, frecuencia, longitud, volumen, un medio donde transportar que este caso es el aire, intensidad, dirección de propagación, puede tener interferencias.

Pregunta 3.4 Escucha con mucha atención los sonidos simultáneos de la guitarra y la flauta. Comparte ideas con tus compañeros, y describe el sonido emitido

Categoría	Subcategoría	Casos	Respuestas de los casos de manera grupal
Una manera de caracterizar el sonido como onda desde la	Identifica cualidades del sonido (Tono, timbre, intensidad y duración)	Todos los casos	El sonido de la flauta es un sonido más grave, es decir los dos instrumentos tienen el mismo tono, pero al final se desenvuelve diferente al llegar al oído y

perspectiva de Helmholtz			se sentía una vibración en la mesa cuando se toco al mismo tiempo las notas.
-----------------------------	--	--	--