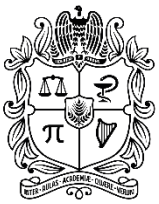


UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Aplicaciones en dispositivos móviles como recurso para la enseñanza de las cualidades del sonido en educación media

Juber Edinson Monsalve Meneses

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de ciencias

Bogotá D.C., Colombia

2025

Aplicaciones en dispositivos móviles como recurso para la enseñanza de las cualidades del sonido en educación media

Juber Edinson Monsalve Meneses

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en enseñanza de las ciencias exactas y naturales

Director:

M.Sc. Carlos Joel Perilla Perilla

Prof. Departamento de Física

Línea de Investigación:

TICS y otros recursos en la enseñanza de las ciencias

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2025

A mis padres María y Henry por su amor infinito,

a la memoria de mi hermano Andrés por su compañía y amistad,

a mi esposa, Miriam, por su amor y apoyo incondicional,

a mi hija, Alejandra, por llenarme de alegría,

a mis familiares y amigos por permitirme caminar a su lado

al profesor Carlos Perilla por sus valiosos aportes,

y a la vida por permitirme momentos de aprendizaje.

Aplicaciones en dispositivos móviles como recurso para la enseñanza de las cualidades del sonido en educación media

Resumen

Se presentan los resultados de una investigación centrada en el aprendizaje de las cualidades del sonido mediante la implementación de la metodología de Aprendizaje Activo y la integración de elementos tecnológicos en el aula. Se desarrollan actividades que abordan aspectos pedagógicos, tecnológicos y disciplinarios, promoviendo una experiencia educativa integral. Para esto se organizaron grupos de trabajo aleatorios, pero con roles y tareas asignadas para fomentar la responsabilidad individual, el intercambio de ideas, la toma de decisiones, la inclusión grupal, la adaptabilidad, la colaboración y el ejercicio de diversos tipos de liderazgo. El uso de elementos tecnológicos como tabletas y celulares permitió establecer una notable capacidad de adaptación de los estudiantes para integrar eficientemente las tecnologías disponibles en el proceso educativo y propició la creación de entornos de aprendizaje que facilitan la exploración práctica y significativa de los conceptos teóricos involucrados en las actividades. Con el fin de establecer parámetros que permitan la evaluación del proceso, se llevó a cabo una intervención en el aula que involucró a maestros colegas como observadores del proceso de implementación y a los estudiantes como participantes de las actividades. Los resultados de estas evaluaciones reflejan que la secuencia de aprendizaje promueve satisfactoriamente la participación, el trabajo colaborativo, la motivación, la comprensión de los temas, la alfabetización tecnológica y el desarrollo de habilidades propias del método científico.

Palabras clave: Aprendizaje Activo, cualidades del sonido, aplicaciones móviles, proceder científico.

Movile device apps used as a tool to teach qualities of sound in high school

Abstract

This research presents the results of a study focused on learning the qualities of sound through the implementation of the Active Learning methodology and the integration of technological elements in the classroom. Activities were developed that addressed pedagogical, technological, and disciplinary aspects, promoting a comprehensive educational experience. For this purpose, random work groups were organized, but with assigned roles and tasks to foster individual responsibility, the exchange of ideas, decision-making, group inclusion, adaptability, collaboration, and the exercise of various types of leadership. The use of technological elements such as tablets and cell phones allowed for a remarkable capacity for students to efficiently integrate the available technologies into the educational process and facilitated the creation of learning environments that allow for the practical and meaningful exploration of the theoretical concepts involved in the activities. In order to establish parameters for evaluating the process, a classroom intervention was carried out that involved fellow teachers as observers of the implementation process and students as participants in the activities. The results of these evaluations reflect that the learning sequence successfully promotes participation, collaborative work, motivation, understanding of the topics, technological literacy, and the development of skills inherent to the scientific method.

Keywords: Active learning, sound qualities, mobile applications, scientific method.

Tabla de contenido

Resumen 1

Abstract 2

Introducción 3

1. Objetivos 1

1.1. Objetivo general 1

1.2. Objetivos específicos 1

2. Marco teórico 2

2.1. Música, física, pedagogía y tecnología 2

2.2. Referentes pedagógicos y didácticos 4

2.2.1. Relación entre tecnología y pedagogía - Modelo TPACK 5

2.2.2. Metodología de Aprendizaje Activo 7

2.3. Referentes disciplinares 10

2.3.1. Movimiento Oscilatorio 10

2.3.2. Movimiento ondulatorio 14

2.3.3. Sonido 19

3. Propuesta de aula 29

3.1. La prueba diagnóstica, diseño y hallazgos 29

3.2. Diseño y construcción de la secuencia de aprendizaje – Metodología 36

3.3. Evaluación de la Secuencia de Aprendizaje 37

4. Resultados 39

4.1. Heteroevaluación del proceso de implementación 39

4.2. Coevaluación del proceso de implementación 48

4.3. Autoevaluación del proceso de implementación 52

5. Conclusiones 55

Bibliografía 57

Anexos 62

A. Actividades y objetivos de la secuencia de aprendizaje 62

B. Prueba diagnóstica 63

C. Secuencia de aprendizaje 70

D. Cuestionario para la heteroevaluación 95

E. Cuestionario para la coevaluación: 97

F. Respuestas a las preguntas abiertas en la evaluación diagnóstica 99

G. Consentimientos informados 110

Consentimiento informado para el estudiante 110

Consentimiento informado para el par docente 111

Introducción

Los sonidos presentes en la naturaleza y su percepción a través del sentido del oído han intrigado a la humanidad desde sus orígenes. Para los seres humanos, el sonido constituye una fuente valiosa de información, y gracias a esto el sentido del oído y el cerebro han facilitado el desarrollo del lenguaje, la música y la cultura, entre otras actividades (Levitin, 2008).

A partir de esta curiosidad, surgieron algunas preguntas que permanecieron sin respuesta durante años: ¿Qué se requiere para producir un sonido?, ¿Qué se necesita para que el sonido se propague?, ¿Cómo se detecta el sonido?, ¿Por qué algunos sonidos son agradables al oído y otros no?, ¿Cuál es el valor de la velocidad del sonido?, ¿Cómo hacer para que los instrumentos musicales suenen afinados?, ¿Por qué existen sonidos diferentes? Varias personas han abordado estas cuestiones a lo largo de la historia, incluso hasta nuestros días.

Aristóteles (384 a.C. - 322 a.C.) creía que el sonido se propaga a través de partículas invisibles que se originan en la fuente de sonido y se mueven por el espacio hasta llegar al oído (Stolik D. , 2005). Pitágoras de Samos (570 a.C. – 495 a.C.), Galileo Galilei (1564-1642), Marín Mersenne (1588-1648), Euler (1707-1783) y D'Alembert (1717-1783) investigaron de manera independiente y en momentos diferentes, sobre el comportamiento de las cuerdas sonoras (Jámblico, 2003), (Stolik D. , 2008) y (Calvo Manzano, 1991). Otto Von Guericke (1602-1686), Robert Boyle (1627-1691) y Robert Hooke (1635-1703) trabajaron en la construcción y perfeccionamiento de una campana de vacío, artefacto que permitió a Boyle demostrar experimentalmente que el aire es un factor determinante para que el sonido se propague.

Estas son solo una pequeña muestra de las respuestas que se han dado desde el razonamiento y la experimentación con respecto al sonido. Además, son temas de investigación en la enseñanza de la física, por los fenómenos y las múltiples aplicaciones que se desarrollan en torno a las ondas sonoras.

Una característica de los fenómenos sonoros es que no pueden ser apreciados “a simple vista” y es por esto por lo que aquellos interesados en su estudio se han valido de su ingenio y de artefactos para hacer visible lo invisible. Utilizando cuerdas, tubos, ruedas dentadas, campanas de vacío, micrófonos, altavoces, entre otros, se busca comprender,

predecir y desarrollar tecnología en torno al comportamiento y las cualidades de las ondas sonoras. En el campo de la enseñanza de la física, y en especial de las ondas sonoras, la estrategia no es diferente; es necesario afianzar los conceptos, hacer visibles los fenómenos y trabajar desde diferentes representaciones para lograr un mayor nivel de apropiación del conocimiento (Silberman, 1998).

En la búsqueda de hacer visibles los fenómenos del sonido y de trabajar a nivel experimental, se ha desarrollado la idea de vincular experiencias de laboratorio con el uso del software de las aplicaciones móviles como un mecanismo para capturar y analizar información. El hardware y el software de los dispositivos móviles se presentan como herramientas y oportunidades clave para aprender sobre el sonido, ofreciendo diferentes posibilidades en el ámbito educativo.

Una de las principales ventajas de trabajar con el software de las aplicaciones móviles es que la mayoría son gratuitos. Al momento de realizar esta consulta, existían 2 866 214 aplicaciones en Play Store, de las cuales el 96% eran gratuitas (Play Store, s.f.). Además, estos programas son intuitivos[1] y brindan diversas maneras de conocer e interactuar con el mundo, lo que ha permitido que permeen el entorno escolar. Así, el software de las aplicaciones móviles no solo se utiliza como herramienta de entretenimiento y comunicación, sino también como recurso educativo. Sin embargo, aunque estas aplicaciones están disponibles, no es suficiente para garantizar entornos de aprendizaje significativos; es necesaria la participación activa de los docentes en la creación de prácticas pedagógicas efectivas (Pogré, 2006).

Es claro que la tecnología está aumentando en los entornos de nuestra vida social, laboral, y a nivel educativo. Es una realidad la existencia de recursos tecnológicos en algunas instituciones, pero en muchas ocasiones, una realidad desaprovechada por obstáculos devenidos por organizaciones escolares poco flexibles, falta de cultura y alfabetización

[1] Significa que es fácil de entender o utilizar sin necesidad de instrucciones detalladas o conocimientos previos.

digital, o incluso una escasa o inadecuada formación docente para la implementación de las TIC en el aula.

Uno de los principales desafíos es que muchos docentes, al ser migrantes digitales, no saben cómo integrar las TIC de manera efectiva en sus prácticas, limitándose a usarlas como una extensión de la metodología tradicional. Además, algunos carecen de conocimientos técnicos sobre las tecnologías comunes en las aulas o desconocen los beneficios que estas pueden aportar a los procesos educativos (Nirete, 2010). Esta falta de preparación puede restringir el potencial de las TIC para transformar la enseñanza y el aprendizaje.

Para abordar estos problemas, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) propone que los docentes adquieran competencias específicas. Estas competencias incluyen alinear las prácticas pedagógicas con las políticas nacionales e institucionales y analizar las normas curriculares para explorar cómo las TIC pueden ser utilizadas de manera pedagógica. Es fundamental que los docentes seleccionen las tecnologías adecuadas, definan claramente sus funciones y organicen el entorno físico de manera inclusiva, además de utilizar las TIC para su desarrollo profesional continuo (UNESCO, 2019).

La profundización de estos conocimientos requiere que los docentes integren las TIC de manera transversal en todas las asignaturas y niveles educativos. Según la (UNESCO, 2019), esto incluye idear actividades basadas en proyectos que utilicen las TIC, combinar diversos recursos digitales para crear un entorno de aprendizaje integrado y emplear herramientas digitales para facilitar el aprendizaje colaborativo y la gestión del proceso educativo. Además, deben utilizar la tecnología para interactuar con redes profesionales, promoviendo así su propio desarrollo profesional.

Al respecto la UNESCO subraya que los docentes deben ser formados profesionalmente en tecnología *durante toda su vida*[2]. Además, la comunidad y el estado deben propender por construir una sociedad de conocimiento incluyente basada en los principios de: libertad

[2] Formación inicial – Formación permanente – Formación pedagógica y técnica

de expresión, libertad de información, acceso universal al conocimiento, aprendizaje de calidad y respeto por la diversidad lingüística y cultural (UNESCO, 2019).

En todos los niveles educativos, la introducción de las TIC abre un nuevo abanico de posibilidades, sobre todo si tenemos en cuenta que vivimos en una sociedad donde la tecnología es la cotidianeidad. (Nirete, 2010).

Sobre este tema se han planteado múltiples estrategias consignadas en tesis, trabajos de grado, libros y/o artículos que vinculan la enseñanza de la física del sonido y el uso de tecnología, es así como toma relevancia revisar algunos de los trabajos más recientes en el tema.

En su tesis de maestría en la Universidad Nacional de Colombia, Bocanegra (2012) propuso prácticas experimentales sobre el estudio del sonido, siguiendo la metodología de Aprendizaje Activo de Sokoloff y otros (2006), basada en las fases de predecir, observar, explicar y sintetizar. Los estudiantes participaron en actividades como la descarga de información, medición y procesamiento de datos, abarcando temas como frecuencia, intensidad sonora, formas de onda, desfase, afinación, escalas occidentales, color del ruido, mezcla y remezcla de sonidos, percusión, velocidad del sonido y longitud de onda. Se utilizaron recursos como computadoras portátiles, archivos de audio de freeaudiolab.wordpress.com, el software Audacity, un interferómetro y un blog. Entre los logros de esta tesis se destaca la conversión de un ordenador en un laboratorio de ondas mecánicas utilizando tecnologías de la información de libre acceso, la creación de actividades atractivas mediante el Aprendizaje Activo y la formulación de recomendaciones para investigaciones futuras en este campo.

Por otro lado, Durán y Ramírez (2016), en su trabajo de grado realizado en la Universidad Pedagógica Nacional, diseñaron una propuesta de aula enmarcada pedagógicamente en el modelo de Enseñanza para la Comprensión. En dicha propuesta, los estudiantes se centran en tres tareas fundamentales: predecir, observar y explicar. El objetivo de la investigación fue crear un escenario en el que se utilizara el tubo de Rubens para enseñar a los estudiantes sobre la naturaleza longitudinal de la onda sonora. Este trabajo destaca por la creatividad de sus actividades, su estructura y lo motivador del experimento.

En la tesis de maestría desarrollada en la Universidad Nacional de Colombia, titulada “Estrategia didáctica para el estudio de la frecuencia de las ondas sonoras emitidas por un

instrumento típico de la música vallenata: la guacharaca", Mejía (2016) fundamentó su investigación a nivel metodológico en el Aprendizaje Activo. Este trabajo se destaca por la creatividad de las experiencias de laboratorio, la apropiación del contexto y la integración entre matemáticas, física, música y tecnología.

En la investigación de maestría realizada por Clavijo (2018), titulada Estrategia didáctica para el estudio de los números racionales y la proporcionalidad a partir de la música y la elaboración de instrumentos musicales, se fundamenta el aprendizaje significativo mediante la metodología de aprendizaje por proyectos. Este enfoque interdisciplinario integra de manera efectiva la música, la física y las matemáticas, estableciendo relaciones naturales y contextualizadas. A nivel pedagógico, el método de evaluación incluye el uso de rúbricas, otorgando un mayor énfasis a la evaluación cualitativa y alejándose del enfoque tradicional.

Más recientemente, Quintana (2019), en su trabajo de maestría desarrollado en la Universidad Nacional de Colombia, aborda la enseñanza del sonido mediante la construcción colaborativa de instrumentos musicales. El propósito de esta investigación es fortalecer la comprensión de conceptos, la explicación de fenómenos y la capacidad de indagación. Entre las principales fortalezas de este trabajo destacan la participación de un maestro de música en el proyecto, la creación de un espacio físico para la construcción de instrumentos, la promoción del trabajo colaborativo entre pares y el desarrollo de destrezas manuales en los estudiantes.

En su artículo "*Dispositivos móviles y sensores para la enseñanza de la física*" (Monteiro & Martí, 2022), los autores realizan una exhaustiva revisión de la literatura relacionada con el uso de dispositivos móviles y sensores en la enseñanza de la física. Además de ofrecer una descripción detallada de los sensores disponibles en dispositivos móviles, proporcionan una clasificación temática de las experiencias de laboratorio, junto con la identificación de los autores que las han diseñado.

En el libro *Experimentación en Física con Dispositivos Móviles* (Ramírez, 2022), el autor ha recopilado más de 66 experimentos que abarcan áreas como mecánica, luz, sonido, electromagnetismo, geociencias, astronomía y física del cuerpo humano. Este recurso ofrece información detallada sobre las aplicaciones recomendadas para cada experimento. En particular, las páginas 83 a 108 presentan diversos experimentos relacionados con el

estudio del sonido, abordando temas como sonido y distancia, velocidad del sonido, niveles de audición e interferencia sonora, entre otros.

En el artículo de Kuhn y Vogt (2013), titulado *Analyzing Acoustic Phenomena with a Smartphone Microphone*, los autores proponen experimentos en los que los alumnos exploran diversos sonidos utilizando el micrófono del teléfono móvil y la aplicación Audio Kit. El objetivo principal es observar gráficamente diferentes tipos de sonidos, incluyendo tono puro, pulso y ruido.

En el capítulo del libro de Kuhn, Vogt y Hirth (2022), titulado *Analyzing the Acoustic Beat with Mobile Devices*, los autores sugieren un experimento centrado en el estudio de la superposición de sonidos. Utilizan dos sonidos con frecuencias cercanas para generar un sonido tipo latido cuya frecuencia difiere de las dos anteriores.

Teniendo en cuenta la importancia del estudio de las ondas sonoras presentado inicialmente y los antecedentes, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo integrar aplicaciones móviles en actividades educativas para mejorar la enseñanza de las cualidades del sonido (intensidad, tono y timbre)?

Considerando los antecedentes, la pregunta de investigación y las exigencias establecidas en los documentos anteriormente presentados, se construyó esta secuencia de aprendizaje que busca la aprehensión de las cualidades del sonido a partir de experiencias de laboratorio bajo el modelo TPACK (conocimiento tecnológico pedagógico del contenido) y la metodología del Aprendizaje Activo propuesta por Sokoloff y otros (2006). Esta secuencia de aprendizaje se organizó a partir de la construcción de experiencias de laboratorio que seguían la siguiente estructura: descripción del experimento, predicciones, observación del experimento, preguntas orientadoras y extrapolación. Para el desarrollo de las actividades, los estudiantes disponen de elementos de laboratorio y de un dispositivo móvil (tableta) para capturar o emitir sonidos o para grabar lo ocurrido en el experimento.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Diseñar una secuencia de aprendizaje que vincule el uso de dispositivos móviles con la comprensión de las cualidades del sonido (intensidad, tono y timbre).

1.2. Objetivos específicos

Revisar referentes teóricos sobre la enseñanza de la física, aplicando la metodología de Aprendizaje Activo y el modelo TPACK (conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido).

Realizar una revisión detallada de los aplicativos móviles disponibles con el fin de identificar y seleccionar los más adecuados para el aprendizaje de las propiedades del sonido (intensidad, tono y timbre).

Diseñar actividades experimentales que vinculen el uso de las aplicaciones móviles para el aprendizaje de las propiedades del sonido bajo la metodología de Aprendizaje Activo.

Desarrollar un protocolo de evaluación para las actividades propuestas en la secuencia de aprendizaje.

2. Marco teórico

2.1. Música, física, pedagogía y tecnología

La música es el placer que experimenta la mente
humana al contar sin darse cuenta de que está contando.
Gottfried Wilhelm Von Leibniz (1646-1716)

¿Por qué algunos sonidos nos gustan y otros no?, ¿por qué la música genera diferentes emociones?, ¿cómo se puede aprovechar el gusto por la música y los recursos tecnológicos para aprender sobre la física del sonido?

Según Levitin (2008), la música ha sido una construcción que ha desarrollado y evolucionado el cerebro humano. Su existencia ha propiciado capacidades cognitivas como la toma de perspectiva, la posibilidad de pensar en pensamientos propios, la comprensión de que los demás pueden tener pensamientos diferentes, la capacidad de pensar en cosas que no están presentes, y la habilidad para organizar, combinar y jerarquizar los objetos del mundo.

La música ha cumplido con diversas funciones a lo largo de la historia de la humanidad, ha influido sobre la amistad, la alegría, el consuelo, el conocimiento, la religión, el amor etc. (Levitin, 2008). Todas las bondades hasta aquí expresadas respecto a la música son una motivación para querer aprovecharlas en la enseñanza de la física del sonido. La conexión entre frecuencia del sonido y proporción, y la construcción de escalas musicales, son temas cercanos a la matemática y la física, por eso pueden usarse para fortalecer la enseñanza de la física del sonido.

Por otra parte, la comprensión del sonido y sus cualidades tiene gran relevancia en el diario vivir por sus múltiples aplicaciones (Perales Palacios, 1997). En la Figura. 2-1 se observa cómo el estudio del sonido permea otras áreas del conocimiento.

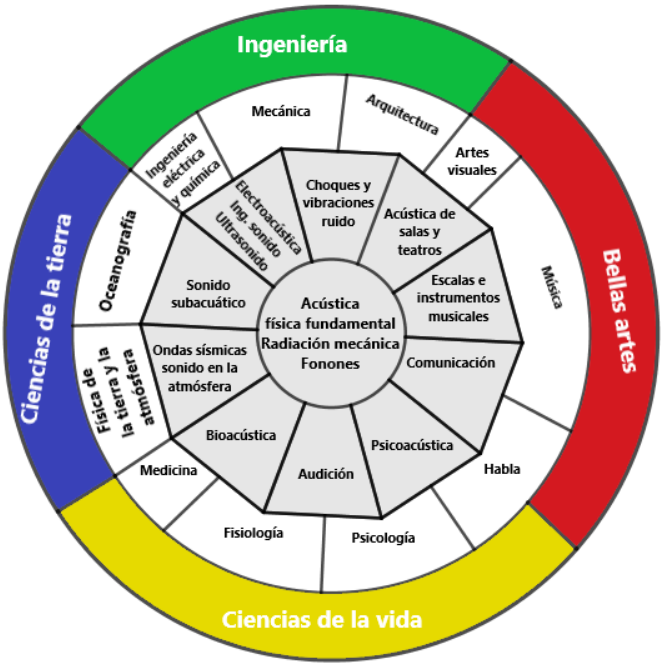


Figura. 2-1 Relación del estudio del sonido con otras áreas del conocimiento. imagen adaptada de (Durá, D., 2005, pág. 16)

A nivel pedagógico, se debe considerar que según lo establecido en los estándares en ciencias naturales (MEN, 2004) y en los derechos básicos de aprendizaje (MEN, 2018), respecto al sonido, nuestros estudiantes deben ser capaces de:

1. Clasificar sonidos según tono, volumen y fuente.
2. Proponer experiencias para comprobar la propagación del sonido.
3. Establecer relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.

De acuerdo con la manera como se abordará el tema del sonido se busca que los estudiantes adquieran las siguientes habilidades:

1. Identificar variables que influyen en los resultados de un experimento.
2. Realizar mediciones con instrumentos y equipos adecuados.
3. Registrar observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.

4. Sacar conclusiones de los experimentos realizados, aunque no obtenga los resultados esperados.
5. Proponer y sustentar respuestas, compararlas con las de otros y con las teorías científicas existentes.
6. Comunicar el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas y ecuaciones.
7. Utilizar las matemáticas como una herramienta para organizar, analizar y presentar datos.

Por último, se rastrearán las siguientes evidencias sobre su aprendizaje:

1. Demuestra que el sonido es una vibración mediante el uso de fuentes para producirlo: cuerdas (guitarra), parches (tambor) y tubos de aire (flauta), identificando en cada una el elemento que vibra.
2. Describe y compara sonidos según su altura (grave o agudo) y su intensidad (fuerte o débil).
3. Explica las cualidades del sonido (tono, intensidad, audibilidad) a partir de las características del fenómeno ondulatorio (longitud de onda, frecuencia, amplitud).

Desde el punto de vista tecnológico las aplicaciones de dispositivos móviles presentan características que las hacen pertinentes (Pascuas-Rengifo y otros, 2020) para el estudio del sonido. 1) Brindan la posibilidad de capturar información. 2) Están acordes con las formas de interacción actuales. (Valero y otros, 2012) 3) Posibilitan la visualización del fenómeno físico. Y para el caso del docente lo sitúa con las tendencias actuales en educación (UNESCO, 2019).

2.2. Referentes pedagógicos y didácticos

La construcción de esta secuencia de aprendizaje se sustenta bajo dos ejes: el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) o conocimiento tecnológico pedagógico del contenido, junto con la metodología de Aprendizaje Activo.

2.2.1. Relación entre tecnología y pedagogía - Modelo TPACK

Hoy en día, la tecnología se destaca como una de las características más relevantes del mundo moderno. La perspectiva sobre la sociedad del mañana no muestra otra cosa que la influencia e importancia cada vez mayores de la ciencia y la tecnología (Aristizábal, 1996), (Lion, 2022).

El rastreo de información en redes sociales con fines mercantiles, el uso de tecnologías móviles para gestionar, guardar y tener control de la información, el Internet de las cosas (IoT) para facilitar algunos procesos y el manejo de Big Data para la evaluación de riesgos, son algunas de las tendencias en las aplicaciones tecnológicas.

Un aspecto hasta ahora no mencionado y no de poca importancia, tiene que ver con el ámbito educativo, en donde nos encontramos con recursos pedagógicos abiertos como las simulaciones interactivas PHET de la Universidad de Colorado (https://phet.colorado.edu/es/), cursos en línea como COURSERA (https://www.coursera.org), aplicaciones móviles para hacer cálculos y realizar mediciones e incluso algunas tecnologías como la realidad virtual y la realidad aumentada entre otras. Estas tecnologías permiten una mayor interacción entre las temáticas trabajadas y los estudiantes, facilitando la motivación y participación en el aula. Desde este punto de vista la tecnología se convierte en un agente relevante e incluyente en el contexto escolar.

Es entonces evidente que la falta de formación docente en el campo de las tecnologías dificulta el enriquecimiento de procesos educativos. Respecto a esto, existe una brecha en la incorporación de tecnologías en el ámbito educativo y es necesario el reflexionar y trabajar hasta aprovechar esas ventajas que los medios digitales nos pueden ofrecer tanto a nivel de motivación e innovación en el aula. En todos los niveles educativos la introducción de las TIC abre un nuevo abanico de posibilidades, sobre todo si tenemos en cuenta que vivimos en una sociedad donde la tecnología es la cotidianeidad. (Nirete, 2010)

El modelo TPACK, creado por Punya Mishra y Matt Koehler en 2006, está diseñado para integrar el uso de la tecnología en la educación. Este modelo propone establecer relaciones entre los aspectos disciplinares, pedagógicos y tecnológicos mediante tres decisiones jerárquicamente organizadas. La primera decisión se refiere a la identificación de la temática y la construcción de los objetivos de aprendizaje. La segunda involucra la asignación de roles para los estudiantes y el docente, así como el diseño de las actividades

de aprendizaje y el proceso de evaluación. La tercera se centra en la identificación de tecnologías que faciliten el desarrollo y la comprensión de la temática seleccionada (Mishra & Koehler, 2006).

Al intersecarse lo disciplinar, lo pedagógico y lo tecnológico (ver Figura. 2-2), se busca que el docente adquiera un conocimiento pedagógico – disciplinar el cual le señala como enseñar un contenido concreto, también un conocimiento pedagógico – tecnológico, el cual le ayudará a enseñar con herramientas tecnológicas, y por último, un conocimiento tecnológico - disciplinar que le permitirá seleccionar las herramientas y recursos más acordes a sus intereses.

Como instrumento mediador entre el uso de la tecnología y modelo pedagógico, se usaron tabletas con sistema operativo Android 9.0, equipadas con sensores de luz, acelerómetro, lector de huellas digitales, sensor de Hall, además de cámara frontal y trasera, y altavoces estéreo (LENOVO, 2023).

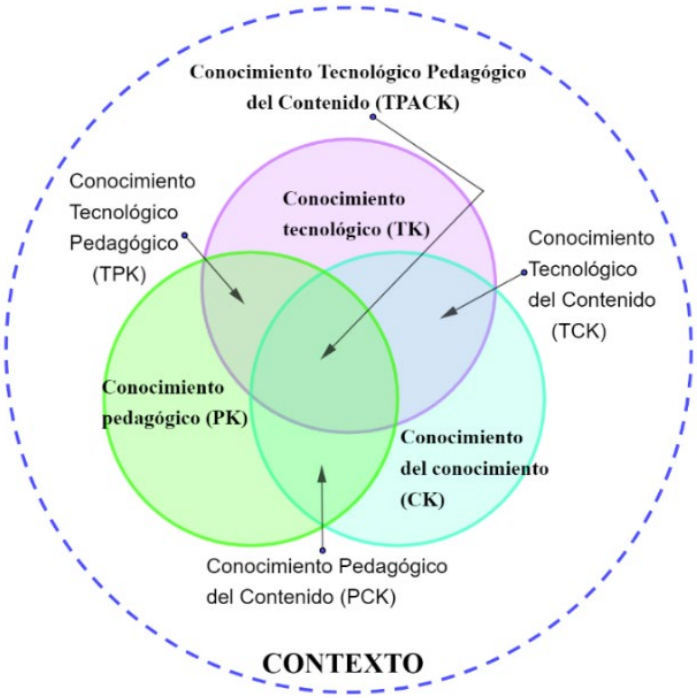


Figura. 2-2 El modelo TPACK y los distintos saberes que lo constituyen. Elaboración propia: Recuperado de (Koehler, 2015, pág. 14)

Para la interfaz entre el usuario y esta serie de herramientas, se optó por utilizar aplicaciones de descarga gratuita, y buscando que una sola aplicación brindara diferentes herramientas, para no saturar la tableta. Las aplicaciones seleccionadas bajo estos criterios fueron:

Function Generator

Es un generador dual de funciones de onda que permite tres tipos de señales: diente de sierra, cuadrada y sinusoidal, manejando un rango de frecuencias desde 1 mHz hasta 22 kHz. Esta aplicación puede generar las dos señales de manera simultánea o independiente, además de permitir ajustar los valores de frecuencia y volumen. En este trabajo se utilizó para estudiar diferentes tipos de onda, generar sonidos puros y analizar el fenómeno de interferencia sonora, basándose en las ideas planteadas por Castro (2022).

SPL Meter

Esta aplicación utiliza el micrófono para recoger los niveles de presión sonora (SPL, por sus siglas en inglés) y muestra los resultados en unidades de decibelios (dB). Se utilizó para medir la intensidad de sonido en diferentes lugares del colegio y la variación de la intensidad del sonido respecto a la distancia.

PhyPhox

Esta aplicación permite capturar y guardar información para su posterior análisis. Para el estudio de acústica, ofrece herramientas como medidor de amplitud de audio, espectro de audio, sonar, generador de tonos y efecto Doppler. En este trabajo se utilizó para estudiar el timbre sonoro.

2.2.2. Metodología de Aprendizaje Activo

El Aprendizaje Activo es un conjunto de técnicas que buscan que los estudiantes trabajen bajo los principios de aprender haciendo y manos a la obra. Su finalidad es que comprendan lo que están estudiando, esto significa generar sentido, preguntarse por el por

qué y el para qué, también que puedan identificar hasta qué nivel saben del tema y por último, que reflexionen sobre lo que pueden hacer con lo que saben (Silberman, 1998).

El Aprendizaje Activo se caracteriza por ser divertido, ágil, útil, motivador, emotivo, incluyente, permitir la interacción, el movimiento, y su enfoque está en la participación frecuente del educando. Para que una clase cumpla las anteriores características, se requiere que el docente desarrolle habilidades para romper el hielo, formar grupos, crear equipos, obtener participación, distribuir los alumnos en el aula, facilitar la discusión, crear interés, fomentar la colaboración, generar emoción, planificar y evaluar entre otras. En términos generales lo que se busca es que el aprendizaje sea inolvidable (Silberman, 1998).

El Aprendizaje Activo se puede resumir en las siguientes afirmaciones, según se menciona en el libro de Silberman (1998): “Lo que escucho, lo olvido. Lo que escucho y veo, lo recuerdo un poco. Lo que escucho, veo y pregunto o converso con otra persona, comienzo a comprenderlo. Lo que escucho, veo, converso y hago, me permite adquirir conocimiento y aptitudes.”

Sokoloff y otros (2006) son representantes destacados en el campo de la enseñanza de la física bajo la perspectiva del aprendizaje activo, ofreciendo un marco integral para su implementación en el aula. Estos autores enfatizan la necesidad de establecer objetivos de aprendizaje claros que incluyan no solo competencias generales y específicas relacionadas con el pensamiento crítico, sino también habilidades, actitudes y valores. Además, subrayan que los alumnos deben participar activamente en todas las fases del proceso educativo, desde la asistencia y participación en las clases hasta el trabajo autónomo y colaborativo. Los profesores, según Sokoloff y su equipo, deben desempeñar roles variados como facilitadores, tutores y motivadores, con un enfoque en la planificación anticipada y la creación de escenarios y preguntas que estimulen el pensamiento crítico. La evaluación continua, la autoevaluación y la evaluación formativa son cruciales en su enfoque, permitiendo una retroalimentación constante y el ajuste de los procesos educativos. Según estos autores, el aprendizaje activo no solo fomenta habilidades interpersonales y el trabajo en equipo, sino que también aumenta la motivación de estudiantes y profesores, y proporciona un entorno de apoyo para quienes enfrentan dificultades en el aprendizaje.

Bajo la propuesta de Sokoloff (2006), una clase basada en la metodología de Aprendizaje Activo puede ser demostrativa o interactiva, e incluir las siguientes fases:

Fase 1: El docente presenta una situación conceptual o experimental. Los estudiantes, de manera independiente, analizan la situación y registran sus predicciones individuales basándose en sus conocimientos previos. Posteriormente, estas predicciones se discuten en pequeños grupos. Se registran las predicciones grupales y se comparten en la sesión.

Fase 2: El experimento se lleva a cabo, ya sea por el docente (práctica demostrativa) o por los estudiantes (práctica interactiva). Después, los estudiantes discuten y registran los resultados en el contexto de la evidencia. Durante o al final de esta fase, el docente plantea preguntas como: ¿Qué ocurrió?, ¿Cómo podemos entender lo sucedido?, ¿Qué sucedería si...?, con el objetivo de que los estudiantes expliquen y argumenten sobre lo observado.

Fase 3: El docente compromete a los estudiantes que han adquirido un mayor entendimiento de los conceptos con nuevas preguntas para profundizar en la situación de estudio. Dependiendo del nivel de comprensión alcanzado, el docente procede a sintetizar las explicaciones más pertinentes y establece conexiones con los conceptos relacionados en la práctica. Finalmente, extrapola los resultados a situaciones cotidianas.

Considerando el modelo TPACK (Koehler, 2015) y el Aprendizaje Activo propuesto por (Sokoloff y otros, 2006), donde se destaca la importancia de los roles desempeñados por los estudiantes en el desarrollo de las clases, se optó por asignar los siguientes roles y tareas en las actividades de acuerdo con lo propuesto por (Gómez & Duque, 2023) dentro de la secuencia de aprendizaje:

Roles asignados y tareas:

Experimentador(a): Debe asegurar la preparación adecuada de los materiales y la conducción efectiva de los experimentos durante las sesiones, garantizando una gestión del tiempo eficiente para la ejecución óptima de los procedimientos. Además, debe fomentar activamente la participación y el trabajo en equipo.

Secretario(a): Tomar notas durante la actividad, registrando ideas clave, discusiones y decisiones del grupo. Mantener un registro organizado y legible de la información recolectada. Compartir las notas con el grupo al final de la actividad o según lo solicite el docente.

Vocero(a): Representar al grupo compartiendo sus ideas, preguntas o conclusiones con el resto de la clase. Articular claramente las opiniones del grupo y responder a las preguntas del docente o de otros estudiantes. Fomentar la participación de todos los miembros del grupo en la discusión.

La convergencia entre el modelo TPACK, el Aprendizaje Activo y la destacada atención al trabajo por roles tiene como objetivo central que los estudiantes se sumerjan en variados contextos de aprendizaje. Esto busca alcanzar dos propósitos esenciales: en primer lugar, proporcionar una aproximación a situaciones donde se resuelven problemas mediante el trabajo científico; y, en segundo lugar, facilitar el establecimiento de conexiones menos complejas con las ideas científicas.

2.3. Referentes disciplinares

2.3.1. Movimiento Oscilatorio

La observación directa de la naturaleza nos revela en gran parte eventos que se repiten en el tiempo con una periodicidad determinada. Dentro de los más evidentes se pueden destacar la rotación de la tierra que marca el paso del día y la noche, el ciclo lunar que determina las mareas, y la traslación de la tierra alrededor del sol que marca las estaciones en algunas regiones del planeta. También están presentes en nuestro sistema, marcando ritmos respiratorios, cardíacos y circadianos[3], entre otros.

La exploración de estos patrones a gran escala ha abierto las puertas al estudio de fenómenos menos evidentes, como las ondas electromagnéticas y sonoras. Estos ritmos inherentes a la naturaleza han moldeado nuestra historia y cultura, influyendo en todo, desde la agricultura hasta la creación artística.

[3] Los ciclos circadianos son ritmos biológicos que siguen un patrón regular de aproximadamente 24 horas y regulan diversas funciones del cuerpo, como el sueño, la temperatura corporal, la producción de hormonas y el metabolismo.

Este movimiento oscilatorio se describe como un comportamiento repetitivo que sigue un patrón cíclico, regresando a su estado inicial después de un intervalo de tiempo constante. Se caracteriza por una posición de equilibrio y un desplazamiento periódico en torno a dicha posición. (Hewitt, 2007, pág. 362).

Dentro de la gran variedad de movimientos periódicos, hay uno en particular denominado Movimiento Armónico Simple (MAS) que es aquel que describe una partícula cuando sobre ella solamente actúa una fuerza restauradora[4]. Esta condición permite representar el movimiento de la partícula mediante funciones armónicas, particularmente utilizando funciones seno y/o coseno.

Una manera de describir este tipo de movimiento es asociándolo a una partícula con un movimiento circular uniforme (ver Figura. 2-3), entendido como aquel que describe una trayectoria circular en intervalos de tiempo constantes.

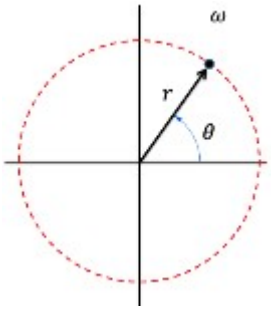


Figura. 2-3 Partícula en movimiento circular con rapidez constante. Elaboración propia.

De esta forma la velocidad de la partícula tendrá la magnitud de su velocidad constante, barriendo ángulos iguales en tiempos iguales, definiéndose así la velocidad angular $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$; lo que permite denotar la variable angular de posición como $\theta = \omega t$

[4] Es una fuerza que se opone a cualquier desplazamiento de un sistema desde su posición de equilibrio estable, tendiendo a devolverlo a dicho estado. Esta fuerza es directamente proporcional al desplazamiento y de sentido contrario.

Si se observa la proyección de una partícula con un MCU en una dimensión (ver Figura. 2-4), por ejemplo, el eje “x”, esta se desplazará describiendo un MAS. Dado que $\theta = \omega t$ en el MCU; entonces la ecuación de movimiento en el MAS queda:

$$x(t) = A\,cos(\omega t + \delta) \qquad (1)$$

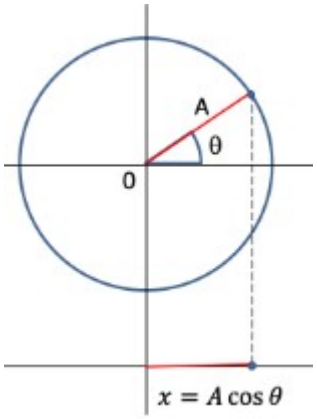


Figura. 2-4 Proyección del movimiento de la partícula sobre el eje “x” y su ecuación de movimiento. Elaboración propia.

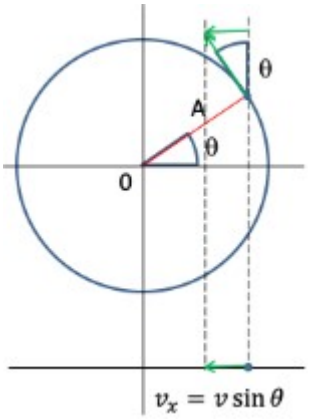


Figura. 2-5 Proyección de la velocidad en el eje “x” y su ecuación de movimiento. Elaboración propia.

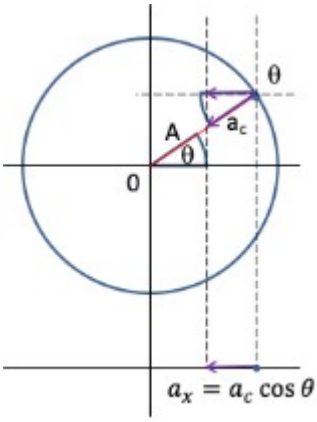


Figura. 2-6 Proyección de la aceleración en el eje “x” y su ecuación de movimiento. Elaboración propia.

Dónde se identifica:

A es la distancia máxima a la que se desplaza la partícula y recibe el nombre de amplitud.

ω es la frecuencia angular. Se expresa en unidades de $^{rad}/_{s}$. Se relacionada con la frecuencia temporal mediante $\omega = 2\pi f$, entendiendo la frecuencia temporal f como el número de oscilaciones por segundo y se expresa en Hertz. Así mismo, el inverso de esta frecuencia brinda información del tiempo en segundos que toma una oscilación completa y se denomina periodo (T). Entonces la frecuencia angular también puede escribirse como $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

δ como la fase inicial del movimiento, el radio de la trayectoria (en este caso A) se interpreta como la máxima separación de la partícula con respecto a su posición de equilibrio, a la que se llamará Amplitud del movimiento armónico.

Ahora bien, si se traza la proyección de la velocidad en el eje "x" (ver Figura. 2-4), se puede representar la velocidad en el MAS. Dado que la velocidad en el MCU viene dada por la expresión $v = \omega A$, y es positiva solo cuando el seno es negativo (cuadrantes III y IV) y negativa en caso contrario (cuadrantes I y II); la expresión general para la velocidad es:

$$v(t) = -\omega A\, sin(\omega t + \delta) \qquad (2)$$

Haciendo un análisis completamente equivalente (ver Figura. 2-6), y sabiendo que la $a_c = \omega^2 A$ y que su dirección siempre va en sentido opuesto al desplazamiento, se puede entonces deducir la expresión para la aceleración como sigue:

$$a(t) = -\omega^2 A\, cos(\omega t + \delta) \qquad (3)$$

Como ejemplo se analizará el movimiento de una masa unida a un resorte horizontal sobre una superficie sin fricción (ver Figura. 2-7).

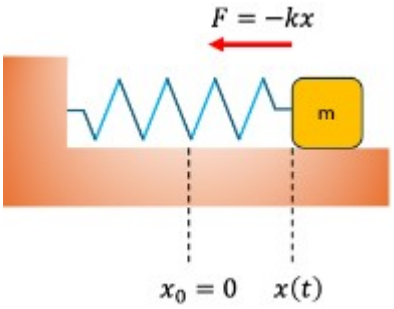


Figura. 2-7 Sistema masa-resorte colocado sobre una superficie sin fricción. Elaboración propia.

Al desplazar esta masa desde su posición de equilibrio (x_0) hasta una distancia A y luego dejarla libre, el objeto describirá un MAS debido a la acción de la fuerza restauradora del resorte. Al aplicar la segunda Ley de Newton a este sistema se tiene:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0 \qquad (4)$$

Donde la solución a esta ecuación diferencial está dada por

$$x(t) = A\, cos\left(\frac{k}{m}t + \delta\right) \qquad (5)$$

que tiene la misma forma funcional de la ecuación (1) que describe el MAS.

Si se introducen en este modelo un factor de amortiguamiento dependiente de la velocidad de la partícula, el sistema ira disipando energía hasta que finalmente la oscilación se detenga. La rapidez con la esto ocurra dependerá de que tan intensa sea la fuerza que produce este amortiguamiento. Así mismo, se puede considerar una fuerza impulsora armónica sobre el sistema con lo que se establece una relación entre la frecuencia propia del oscilador y la frecuencia de la fuerza impulsora. Entre más cerca estén estas frecuencias, el efecto sobre la amplitud será más evidente, lo que se conoce como resonancia.

2.3.2. Movimiento ondulatorio

El movimiento ondulatorio es un fenómeno físico que se manifiesta mediante la propagación de una perturbación. Para ilustrar esta idea, consideremos el ejemplo de una roca que cae en un estanque. Al impactar la superficie del agua, la roca genera una perturbación que origina ondas que se expanden en círculos concéntricos. Estas ondas representan cómo se desplaza la energía a través del agua, mientras las moléculas del líquido oscilan y transmiten la energía de la perturbación a las moléculas adyacentes.

Otro ejemplo se encuentra en la música, donde el movimiento ondulatorio es esencial para la producción y percepción del sonido. Al interpretar la guitarra, las cuerdas vibran al ser pulsadas, generando una perturbación en el aire que produce ondas sonoras. Estas ondas se originan a partir de la oscilación de las moléculas de aire, lo que provoca variaciones de presión. Como resultado, se forman áreas donde las moléculas están más juntas, generando un aumento de presión, y áreas donde están más separadas, provocando una disminución de presión. Las fluctuaciones en la presión del aire facilitan el desplazamiento de la onda a través del medio, transportando la energía sonora hasta nuestros oídos.

Además de su importancia en la música, la mayoría de la información que percibimos sobre nuestro entorno nos llega en forma de ondas. A través del movimiento ondulatorio, el sonido se transmite a nuestros oídos, la luz a nuestros ojos y las señales electromagnéticas a celulares y diferentes dispositivos. Este fenómeno permite la transferencia de energía desde una fuente hacia un receptor, sin que se produzca un desplazamiento de materia entre esos dos lugares (Hewitt, 2007, pág. 365).

Las ondas pueden clasificarse en dos categorías principales: las ondas mecánicas, que requieren un medio material para propagarse, y las ondas electromagnéticas, que pueden viajar a través de un medio o en el vacío. Dentro de las ondas mecánicas, podemos encontrar dos tipos: las ondas longitudinales, como el sonido, donde la oscilación de las partículas del medio ocurre en la misma dirección que la propagación de la onda, y las ondas transversales, como las ondas en el agua, donde las oscilaciones se realizan perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda. Por otro lado, las ondas electromagnéticas, como la luz y las ondas de radio, no requieren un medio material para su transmisión. Ambas formas de ondas son fundamentales para entender diversos fenómenos en la naturaleza y en la tecnología. En muchos casos, como en las ondas sonoras o electromagnéticas, las ondas también pueden transportar información cuando esta se codifica en sus propiedades, como la frecuencia o la amplitud.

Una manera ilustrativa de estudiar las características del movimiento ondulatorio es analizar el comportamiento de un pulso generado en una cuerda larga, colocada de forma horizontal, estirada y fija en uno de sus extremos. Si sacudimos esta cuerda hacia arriba y hacia abajo, se observará un pulso que viaja de un extremo al otro con rapidez constante (ver Figura. 2-8).

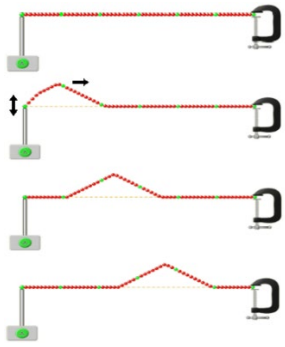


Figura. 2-8 Un dispositivo genera un pulso que viaja a lo largo de la cuerda, la cual es sacudida una vez hacia arriba y hacia abajo. En la imagen se observan cuatro momentos: la cuerda estirada, el instante en que se genera el pulso, y su desplazamiento hacia la derecha en dos momentos. Captura de pantalla, modificación propia (Simulations, 2020)

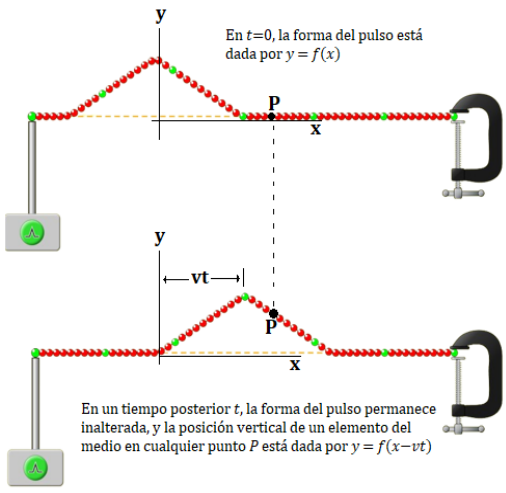


Figura. 2-9 Un pulso unidimensional se mueve hacia la derecha a una velocidad v a lo largo de una cuerda. Captura de pantalla, modificación propia (Simulations, 2020)

Consideremos un pulso que se desplaza hacia la derecha en una cuerda larga como el que se ilustra en la

Figura. 2-9 en este momento, la forma del pulso, sin importar su apariencia, puede representarse mediante una función matemática que se expresará como $y(x,t)$. En $t=0$, podemos expresar esto como $y(x,0)=f(x)$, donde $f(x)$ describe la forma del pulso en el espacio.

Es fundamental comprender el significado de la posición y consideremos una parte de la cuerda por ejemplo el punto P el cuál se ubica en lugar de coordenada x (ver

Figura. 2-9). Cuando el pulso atraviesa el punto P, la coordenada y de este elemento aumenta, alcanza un máximo y luego desciende a cero. La función de onda $y(x,t)$ representa la coordenada y, que indica la posición transversal de cualquier elemento ubicado en la posición x en un tiempo t dado.

Dado que la velocidad del pulso es v, la cresta del pulso se desplaza hacia la derecha una distancia vt durante el tiempo t se asume que la forma del pulso permanece constante a lo largo del tiempo. Por lo tanto, en el instante t, la forma del pulso es idéntica a la que tenía en $t=0$. En consecuencia, un elemento de la cuerda en la posición x en este momento tiene la misma coordenada y que un elemento ubicado en $x-vt$ en $t=0$.

En términos generales, la posición transversal y para todas las posiciones y momentos, medida en un sistema de referencia estacionario, se puede expresar como.

$$y(x,t)=f(x\mp vt) \qquad (6)$$

La ecuación (6) es una función que depende de la posición y del tiempo, conocida como *función de onda*, y es solución de la ecuación diferencial que describe una onda en una dimensión.

$$\frac{d^2\psi}{dx^2}=\frac{1}{v^2}\frac{d^2\psi}{dt^2} \qquad (7)$$

Consideremos ahora el caso en el que la cuerda se agita continuamente hacia arriba y hacia abajo con un ritmo constante. En este caso, las partículas del medio experimentan un movimiento armónico simple, mientras que, de forma simultánea, se genera una onda periódica que se desplaza hacia la derecha (ver Figura. 2-10). Las ondas periódicas se

caracterizan por un patrón repetitivo de movimiento que se desplaza a través del espacio o del medio. Matemáticamente, estas ondas pueden ser descritas mediante funciones armónicas, como las funciones seno y coseno, las cuales tienen un comportamiento cíclico y repetitivo.

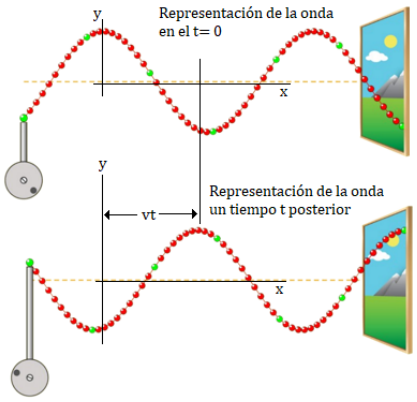


Figura. 2-10 Onda armónica unidimensional que viaja hacia la derecha con una rapidez constante v. Captura de pantalla, modificación propia (Simulations, 2020)

La Figura. 2-11 muestra una instantánea de una onda que se desplaza a través de un medio. En ella se identifican varios elementos, los cuales se definen a continuación. La máxima desviación de un elemento del medio respecto a su posición de equilibrio se denomina amplitud (A). La distancia entre dos valles consecutivos, o entre dos crestas consecutivas, es la longitud de onda (λ), la cual también se puede determinar midiendo la distancia entre tres nodos consecutivos.

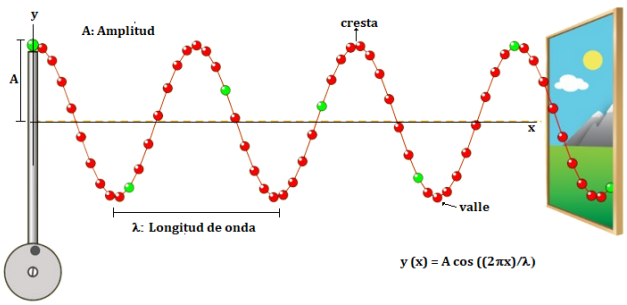


Figura. 2-11 función que describe las posiciones (x,y) de los elementos del medio. Captura de pantalla, modificación propia (Simulations, 2020).

La Figura. 2-12 muestra la posición de un elemento del medio en función del tiempo. En ella se ilustra el período, definido como el tiempo necesario para completar un ciclo. Gráficamente, el período se representa como el intervalo entre dos crestas, dos valles o tres nodos consecutivos de la onda.

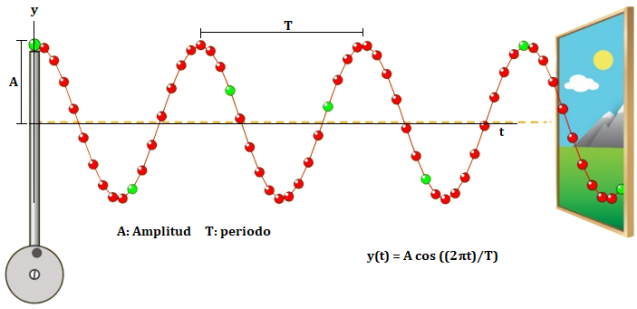


Figura. 2-12 Función que describe la posición (y) y el tiempo (t) de los elementos del medio. Captura de pantalla, modificación propia (Simulations, 2020).

En las Figura. 2-11 y Figura. 2-12 se observa que el comportamiento de la onda es el de una función coseno la cual tiene la forma $y = A\cos(\omega t + \delta)$ considerando que la función de onda depende de la posición y que $\delta = 0$ tenemos que:

$$y(x) = A\ cos\ (2\pi x/\lambda) \qquad (8)$$

no obstante, también depende del tiempo por o cuál

$$y(t) = A\ cos(2\pi t/T) \qquad (9)$$

Si ahora combinamos la Ecuación 6 con la Ecuación 7 obtenemos la *ecuación para una onda viajera*:

$$y(x,t) = A\ cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} \mp \frac{2\pi t}{T}\right) \qquad (10)$$

El término $\pm$ indica la dirección de propagación de una onda viajera: el signo negativo corresponde a una onda que viaja en la dirección positiva del eje x, mientras que el signo positivo representa una onda que se desplaza en la dirección negativa.

2.3.3. Sonido

Cuando golpeas un objeto, interpretas un instrumento musical, cuando cantas o simplemente cuando escuchas, está ocurriendo un fenómeno físico denominado sonido.

El sonido puede ser comprendido desde varias perspectivas que destacan diferentes aspectos de su naturaleza. Desde una visión física, se considera que el sonido es una perturbación que se produce y se propaga a través de medios materiales, siendo el aire el más cercano e importante para nosotros, ya que es el medio principal a través del cual percibimos el sonido. Como indican Tippens y González Ruiz (2011) y Serway y otros (2001), este fenómeno se caracteriza por ser una alteración de la presión del aire, provocada por la oscilación de las partículas de este medio. Esta visión subraya la necesidad de un medio material, como el aire, para la propagación del sonido, y su existencia se mantiene objetiva incluso sin la participación de un receptor, como señala Hewitt (2007).

Además, el sonido se puede entender desde una perspectiva perceptual y clasificatoria. Calvo Manzano (1991) enfatiza que el sonido es la sensación experimentada cuando ondas producidas por movimientos vibratorios llegan al oído, destacando la experiencia sensorial del sonido. En términos de clasificación, Ramírez Sierra (2000) y Serway y otros (2001) describen el sonido como una onda mecánica que se propaga longitudinalmente, con una dirección de propagación esférica. También se clasifica según el número de oscilaciones, pudiendo ser un pulso, una onda periódica o una onda no periódica. (ver Figura. 2-13)

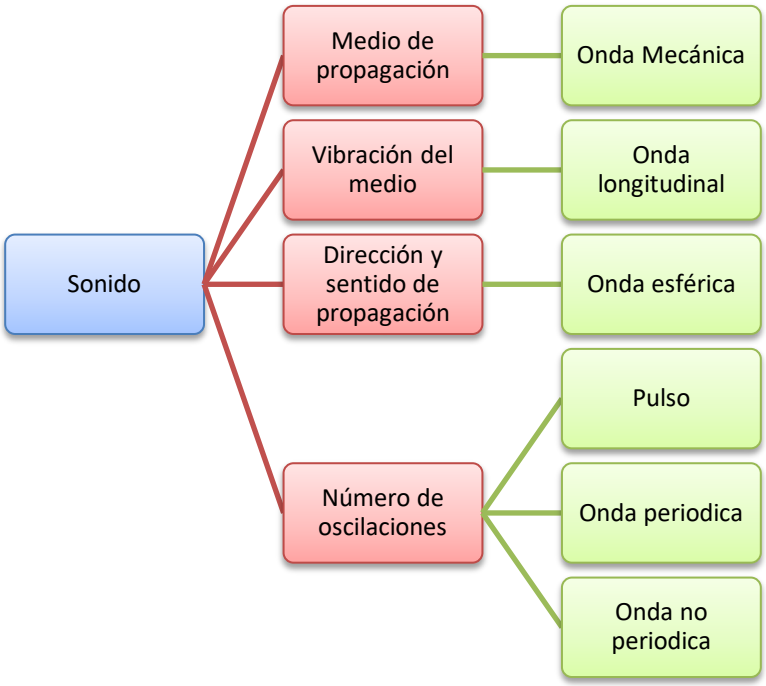


Figura. 2-13 clasificación del sonido según el tipo de onda. Elaboración propia.

Cualidades del sonido

Al comparar dos sonidos, podemos establecer, entre ellos, algunas diferencias. Por ejemplo, es fácil identificar la voz de una persona cuando la escuchamos, o distinguir entre una nota grave y una nota aguda, o entre un sonido fuerte o débil. Estas son las características del sonido conocidas como timbre, tono e intensidad.

Intensidad sonora

Las ondas sonoras constituyen un flujo de energía a través de la materia. La intensidad de una onda sonora es la razón entre la energía que se dispersa y un volumen determinado. Una forma práctica de definir la intensidad sonora es mediante la razón entre la cantidad de energía que se transfiere y la unidad de área perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Dado que la tasa de flujo de energía corresponde a la potencia de una onda, la intensidad puede vincularse con la potencia por unidad de área que atraviesa un punto específico.

La intensidad sonora (I) es la potencia (P) transferida por una onda sonora a través de una unidad de área (A) perpendicular a la dirección de propagación, lo que dicho de otra manera es la rapidez con la que la energía transportada por la onda se transfiere en esa área. La unidad de medida de la intensidad sonora es el watt por metro cuadrado (W/m^2). Matemáticamente, esta relación se expresa con la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P}{A} \qquad (11)$$

La intensidad sonora (I) se puede entender de manera más profunda al considerar el sonido como una onda esférica que se propaga desde una fuente puntual. En este contexto, la potencia (P) transferida por la onda sonora se distribuye en una superficie esférica que se extiende a medida que la onda viaja.

La superficie de una esfera está dada por la ecuación:

$$A = 4\pi r^2 \qquad (12)$$

Donde r es el radio de la esfera. Al sustituir la ecuación (12) en la ecuación (11), obtenemos:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \qquad (13)$$

Esta relación muestra que la intensidad sonora disminuye con el cuadrado de la distancia desde la fuente, lo que significa que a medida que nos alejamos de la fuente de sonido, la energía transportada por la onda se dispersa en una mayor área, resultando en una menor intensidad percibida.

El oído humano puede detectar una variedad de sonidos en diferentes niveles de intensidad. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

Susurro: Un susurro suave tiene una intensidad de aproximadamente $1 \times 10^{-11}\ W/m^2$

Conversación normal: Una conversación a un volumen normal tiene una intensidad de alrededor de $1 \times 10^{-6}\ W/m^2$ Este nivel de sonido es común en entornos como cafeterías o oficinas.

Tráfico: El ruido del tráfico en una calle puede llegar a tener una intensidad de aproximadamente $1 \times 10^{-4}\ W/m^2$. Este sonido es familiar en áreas urbanas y puede ser bastante molesto.

Martillo neumático de construcción: El sonido de un martillo neumático puede alcanzar intensidades de alrededor de $1\ W/m^2$. Este nivel de ruido puede ser muy dañino para la audición, por lo que se recomienda el uso de protección auditiva.

El oído humano es un detector extraordinariamente sensible, capaz de percibir una amplia gama de intensidades sonoras. Esta diversidad de intensidades complica la comparación y medición de los sonidos de manera efectiva. Esta complejidad se debe a varios factores, siendo uno de los más relevantes la percepción humana no lineal. A diferencia de una medida lineal, donde cada aumento es proporcional, nuestra percepción del sonido funciona de manera diferente. Por ejemplo, cuando un sonido es 10 veces más potente, no se percibe como "10 veces más fuerte" para el oído humano.

La anterior dificultad fue resuelta entre los años 1920 y 1930, a partir de la utilización de una escala logarítmica que dio origen a la escala de decibelios (dB), en honor al inventor Alexander Graham Bell (1847-1922). Esta escala presenta la ventaja de transformar la percepción humana no lineal del sonido en un formato más comprensible y manejable. Así, el nivel de intensidad, que se mide en decibelios, permite cuantificar cómo se percibe un sonido dado su valor de intensidad a partir de la siguiente ecuación:

$$\beta = 10\ Log\left(\frac{I}{I_o}\right) \qquad (14)$$

Donde β es el nivel de intensidad, I es la intensidad sonora y I_o es la intensidad de referencia cuyo valor es $1 \times 10^{-12}\ W/m^2$. Esta relación permite que cada aumento de 10 dB corresponda a un incremento de 10 veces en la intensidad del sonido, lo que facilita la comparación entre diferentes intensidades sonoras (ver Gráfico 2-1).

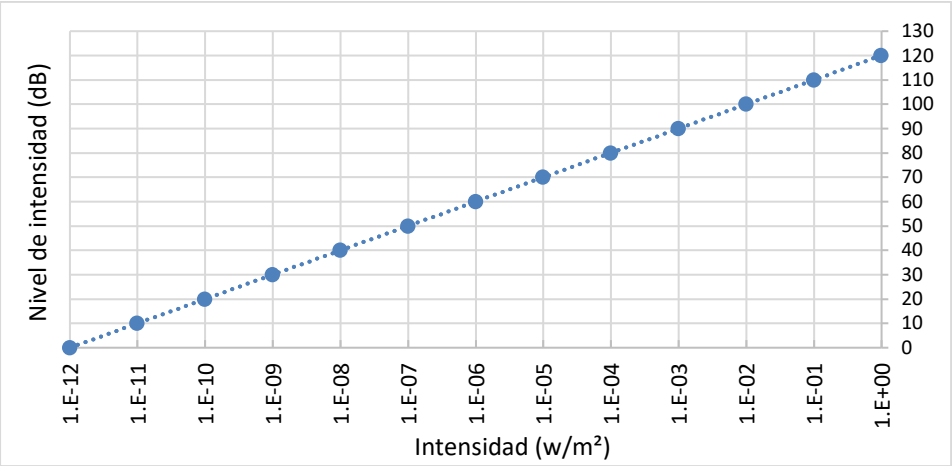


Gráfico 2-1 Relación entre el Nivel de Intensidad y la Intensidad del Sonido. Elaboración propia

Hasta este punto, no hemos abordado la relación entre la intensidad del sonido y el volumen; este último se refiere a la percepción subjetiva del sonido. Anteriormente, mencionamos que nuestro oído no presenta una percepción lineal. A esta idea se suma el hecho de que, generalmente, los sonidos agudos tienden a percibirse con un mayor volumen que los sonidos graves, incluso cuando tienen el mismo nivel de intensidad.

Tono

El tono, también conocido como altura, es lo que nos permite distinguir entre sonidos graves y agudos. Un tono, en su sentido más preciso, es un sonido con una frecuencia definida. Esta característica depende directamente de la frecuencia de la onda sonora: a frecuencias más bajas, percibimos un tono más grave, y a frecuencias más altas, un tono más agudo. De este modo, el tono y la intensidad del sonido trabajan en conjunto para moldear la experiencia auditiva.

El oído humano es capaz de percibir y distinguir un extenso rango de frecuencias que definen los tonos que escuchamos. Sin embargo, esta capacidad tiene límites: el oído humano es sensible a un espectro que va desde los 20 Hz hasta los 20 kHz, conocido como la región audible. Dentro de este rango, los sonidos con frecuencias más bajas se perciben como tonos graves, mientras que los de frecuencias más altas corresponden a tonos agudos. Una parte importante de este espectro está dominada por las frecuencias asociadas al habla humana, que se encuentran principalmente entre los 1 000 y 4 000 Hz (ver Figura. 2-14).

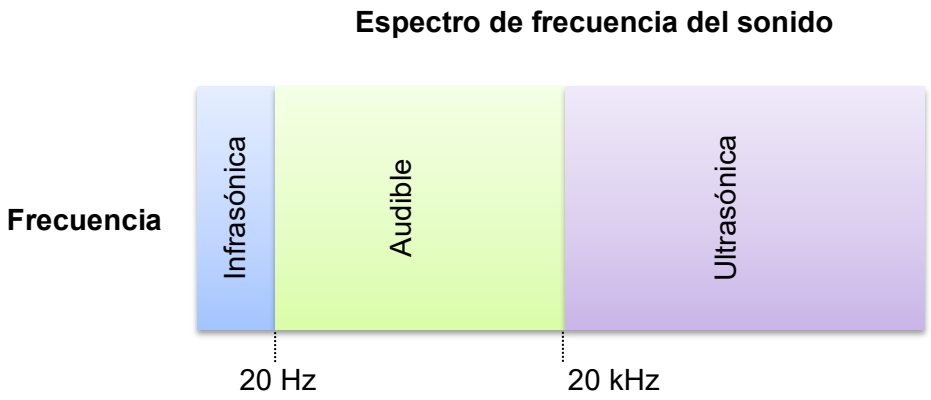


Figura. 2-14 Espectro de frecuencias. Elaboración propia.

Para ilustrar estas diferencias, es útil considerar la representación gráfica de las ondas sonoras. Un sonido grave, como el producido por un bajo, se caracteriza por ondas de mayor longitud y menor frecuencia, resultando en una forma de onda más amplia y menos densa. En contraste, un sonido agudo, como el de un violín, presenta ondas de menor longitud y mayor frecuencia, que se traducen en picos más cercanos entre sí en el gráfico (ver Figura. 2-15).

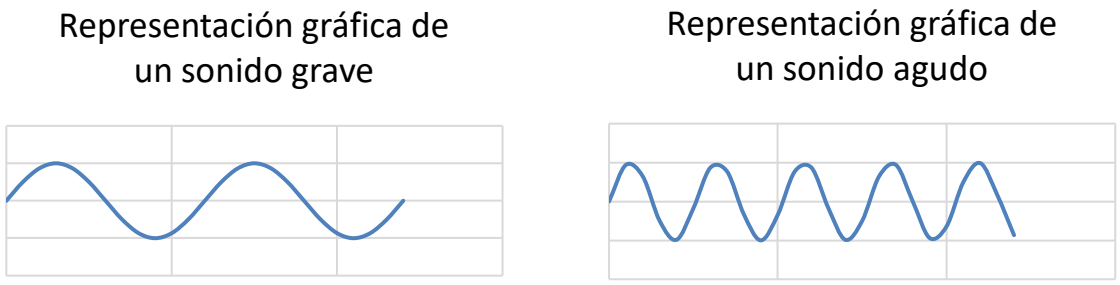


Figura. 2-15 Al comparar las representaciones gráficas de un sonido grave y un sonido agudo, se aprecia que la longitud de onda del sonido grave es mayor, lo que implica una menor frecuencia. En contraste, el sonido agudo tiene una longitud de onda más corta, con una mayor frecuencia.

Fuera de la región audible se encuentran las frecuencias infrasónicas (por debajo de 20 Hz) y ultrasónicas (por encima de 20 kHz y hasta un límite aproximado de 1 GHz, debido

a las limitaciones elásticas de los materiales). Aunque estas frecuencias no son perceptibles para los humanos, tienen aplicaciones importantes. Por ejemplo, los infrasonidos son percibidos por animales como los elefantes, lo que les permite detectar terremotos y cambios climáticos, mientras que las ondas ultrasónicas se utilizan en tecnologías como el sonar y en equipos médicos para obtener. Imágenes internas del cuerpo.

Así, el espectro de frecuencias sonoras no solo delimita lo que podemos escuchar, sino que también incluye las frecuencias esenciales para el habla humana y otras ondas que, aunque inaudibles, son importantes en la naturaleza y la tecnología.

Timbre

El timbre es la propiedad del sonido que nos permite discernir e identificar una fuente sonora. Se origina a partir de la combinación de frecuencias e intensidades en diferentes proporciones. Para ilustrar esta idea, consideramos el caso de un piano y una flauta en los que se ejecuta una misma nota musical con el mismo volumen, el piano produce un timbre más rico y resonante, mientras que la flauta emite un sonido más ligero y brillante. Esta diferencia se debe a la variación en la estructura y los materiales de cada instrumento, lo que genera. combinaciones únicas de frecuencias e intensidades.

En los instrumentos de cuerda, como el piano, la longitud, el grosor y la tensión de las cuerdas, junto con la resonancia del cuerpo del instrumento, determinan las frecuencias producidas. En contraste, en instrumentos de viento como la flauta, la longitud del tubo y la forma de las aberturas afectan la resonancia y las frecuencias generadas.

Para analizar estas diferencias en detalle, los gráficos presentados en la Figura. 2-16 muestran que los sonidos generados por la flauta y el piano tienen algunas frecuencias en común, las cuales contribuyen a que los sonidos se escuchen similares. También se puede observar que las frecuencias presentan diferentes niveles de intensidad y que hay frecuencias no comunes, lo que le otorga a cada sonido una huella distintiva.

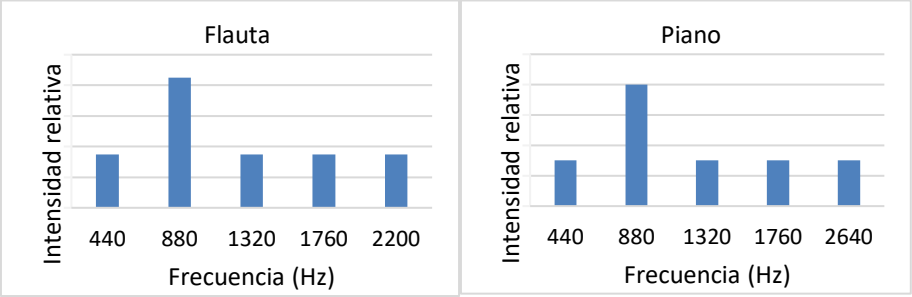


Figura. 2-16 Comparación de las frecuencias e intensidades relativas generadas por una flauta y un piano para una misma nota musical. Elaboración propia.

Esta combinación de frecuencias e intensidades en los sonidos de la flauta y el piano, que define cada sonido característico, presenta otro aspecto aún no mencionado: cada valor de frecuencia es un múltiplo entero de 440 Hz. Esta frecuencia corresponde a la fundamental o primer armónico, y los demás valores de frecuencia corresponden a los armónicos sucesivos, como el segundo y el tercer armónico.

Para comprender mejor el concepto de armónico, podemos visualizar el comportamiento de una cuerda con extremos fijos (ver Figura. 2-17). Cuando una cuerda vibra, genera ondas que se reflejan en los extremos, creando puntos de nodos (donde no hay movimiento) y antinodos (donde la vibración es máxima). Las ondas pueden desplazarse en ambas direcciones a lo largo de la cuerda; por lo tanto, es posible establecer ondas estacionarias mediante la superposición continua de ondas incidentes y reflejadas en los extremos, lo que da lugar a patrones de vibración específicos que corresponden a los armónicos.

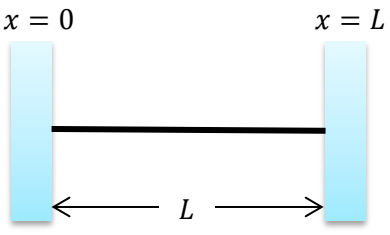


Figura. 2-17 Cuerda de longitud L sujeta en los dos extremos. Elaboración propia.

En la representación gráfica de los tres primeros armónicos (ver Figura. 2-18, Figura. 2-20 y Figura. 2-19), observamos cómo varía el número de nodos y antinodos en cada caso. El primer armónico, o frecuencia fundamental, presenta un nodo en cada extremo y un solo antinodo en el centro. En el segundo armónico, se forman dos antinodos con un nodo adicional en el centro de la cuerda, y en el tercer armónico, aparecen tres antinodos y dos nodos adicionales. Cada armónico corresponde a una frecuencia múltiplo de la frecuencia fundamental.

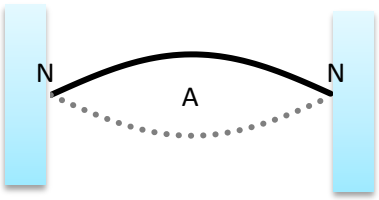


Figura. 2-18 Frecuencia fundamental o primer armónico. Se presenta la onda incidente, representada por una línea sólida, y la onda reflejada, indicada con una línea punteada. La letra "N" representa los nodos y la letra "A" el antinodo. Elaboración propia.

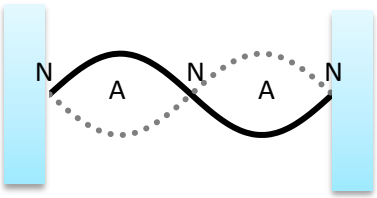


Figura. 2-20 segundo armónico. Elaboración propia.

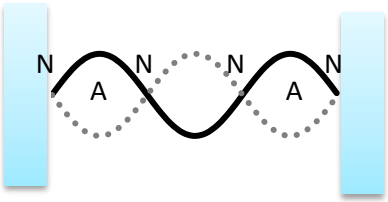


Figura. 2-19 Tercer armónico. Elaboración propia.

Las formas de vibración presentadas anteriormente no corresponden con las formas de vibración de una cuerda en un instrumento musical; no obstante, la combinación de estas genera un patrón sonoro complejo el cual es formado por la suma de estás vibraciones simples (ver Figura. 2-21 y Figura. 2-22).

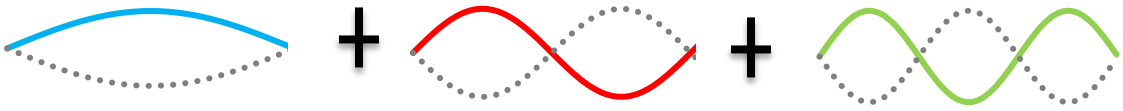


Figura. 2-21 Representación gráfica de la suma de los tres primeros armónicos. Elaboración propia.

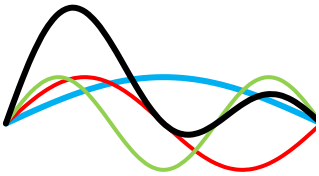


Figura. 2-22 Representación gráfica de la forma de vibración resultante: la onda resultante se muestra como una curva de color negro. El armónico fundamental está en color azul, el segundo armónico en color rojo y el tercer armónico en color verde.

3. Propuesta de aula

Esta propuesta de aula está centrada en tres fases principales: 1) Diagnóstico, 2) Actividades y 3) Evaluación. Cada una de estas fases está a su vez constituida por diversos procesos que buscan un mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles, en constante coordinación con los parámetros metodológicos y didácticos establecidos al comienzo.

3.1. La prueba diagnóstica, diseño y hallazgos

Para el diseño y posterior ejecución de la secuencia de aprendizaje, se realizó una prueba diagnóstica a los estudiantes, con la cual se identificaron aquellos conceptos con más deficiencias en la comprensión del sonido. Con esta información, la secuencia de aprendizaje logró integrar el uso de herramientas tecnológicas y modelos innovadores de aprendizaje para conseguir que los estudiantes construyan conocimiento científico significativo, no solo en el ámbito académico, sino también en su desarrollo personal.

La prueba diagnóstica constó de un total de 15 preguntas (ver Anexo B), distribuidas de la siguiente manera: 4 preguntas abiertas, 9 de selección múltiple con única respuesta y 2 de relacionar conceptos con sus definiciones. Las temáticas abordadas incluyen conceptos relacionados con las ondas, el nivel de intensidad sonora, el tono y el timbre y notación musical. En el Gráfico 3-1 se puede observar el número de preguntas que se relacionan con cada temática.

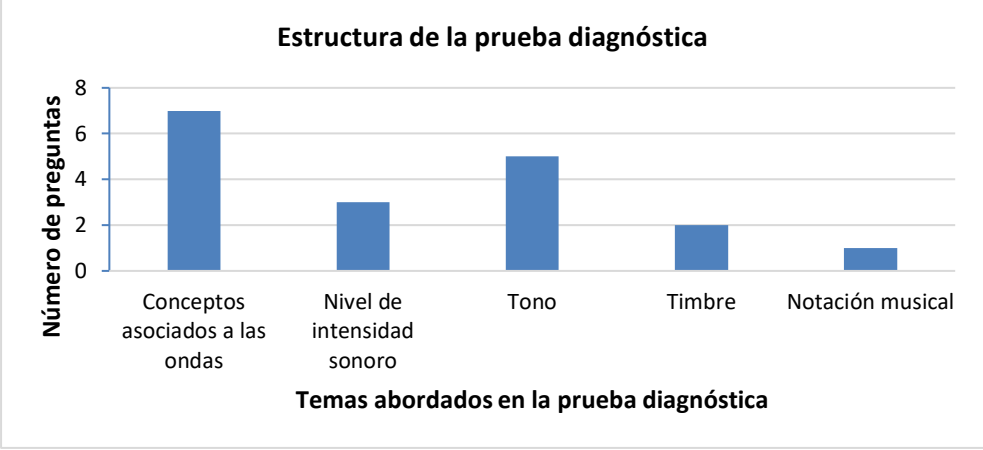


Gráfico 3-1 Estructura de la prueba diagnóstica

Se buscó generar interés y curiosidad en los estudiantes mediante la reflexión personal y la conexión con situaciones cotidianas. Preguntas como la 1 y la 4 se enfocan en identificar las concepciones previas sobre el sonido y en estimular la creatividad y el pensamiento crítico al conectar tecnología y experiencias diarias.

La evaluación mide el conocimiento específico y la comprensión de conceptos clave sobre el sonido y sus propiedades. Preguntas como la 5 y la 7 evalúan la capacidad de los estudiantes para diferenciar entre ondas transversales y longitudinales y para entender cómo varía la frecuencia del sonido con la cantidad de agua en unas copas. Además, se indaga sobre la comprensión de conceptos avanzados como interferencia constructiva y destructiva (pregunta 13) y la aplicabilidad de ecuaciones en la generación de sonidos con instrumentos de cuerda (pregunta 10). Este enfoque busca que los estudiantes relacionen sus conocimientos previos en contextos significativos y pragmáticos.

La prueba también indagó sobre habilidades específicas relacionadas con la música y la física del sonido. Preguntas como la 12 y la 14 buscaron evaluar la comprensión de los factores que influyen en el funcionamiento de una flauta dulce y la capacidad de relacionar conceptos como tono, intensidad, timbre y período con sus definiciones. Además, se identifica a los estudiantes con conocimientos en música (pregunta 15), lo que puede ayudar a personalizar la enseñanza y aprovechar sus habilidades y conocimientos previos para un aprendizaje contextualizado.

Hallazgos de la prueba diagnóstica

La prueba diagnóstica se aplicó a 51 estudiantes de grado undécimo. Las preguntas 1 a 4 fueron diseñadas desde una perspectiva cualitativa, mientras que las preguntas 5 a 15, un total de 11 preguntas, se evaluaron de forma cuantitativa. A las respuestas correctas se les asignó un puntaje de 0.45, excepto en la pregunta 12, donde el puntaje fue de 0.50, sumando un total de 5.0 si el estudiante respondía correctamente las 11 preguntas.

Los siguientes gráficos muestran: la cantidad de estudiantes que respondieron correctamente a cada pregunta (ver Gráfico 3-2), por último, se presenta una distribución de los puntajes basada en el número de aciertos (ver Gráfico 3-3).

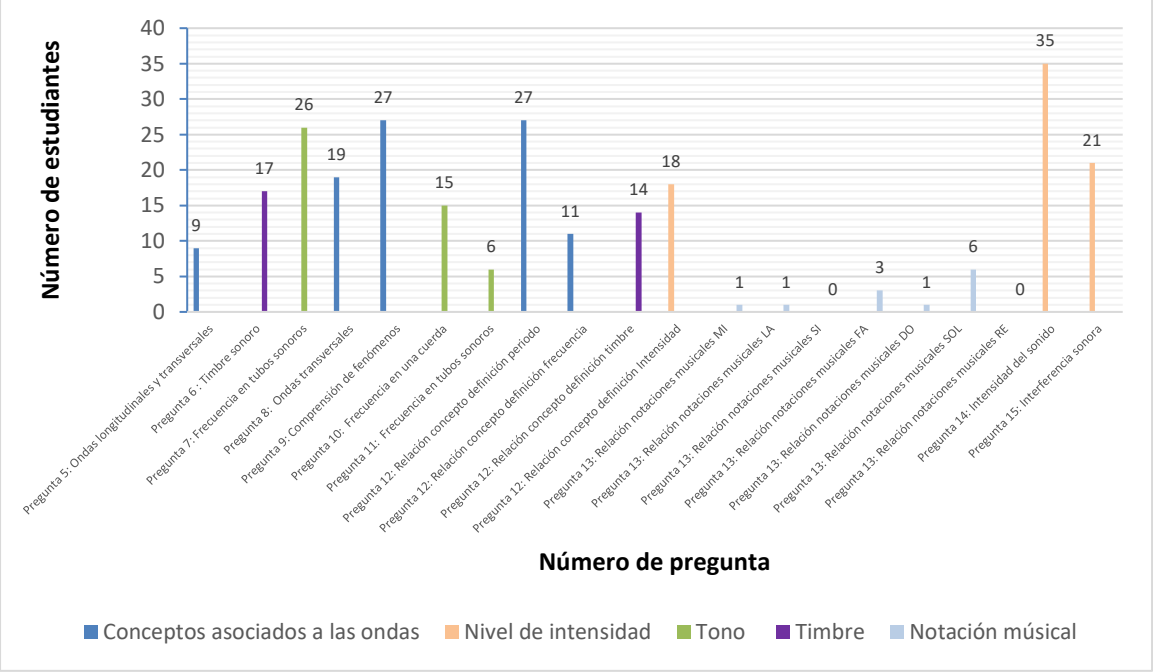


Gráfico 3-2 Número aciertos por pregunta en modalidad de selección múltiple con única respuesta en la prueba diagnóstica.

El Gráfico 3-2 muestra el número de aciertos por pregunta en modalidad de selección múltiple con única respuesta en la prueba diagnóstica, identificando las cinco temáticas abordadas: conceptos asociados a las ondas, intensidad, tono, timbre y notación musical, cada una de ellas resaltada en un color diferente.

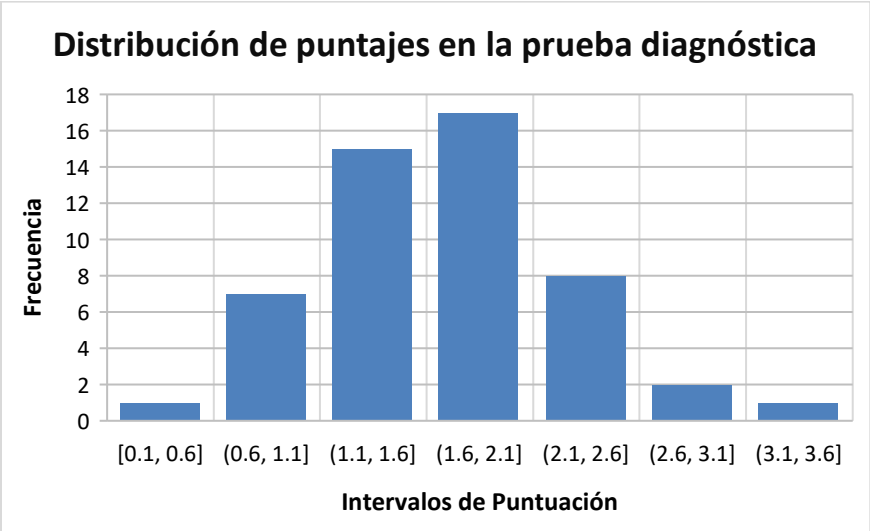


Gráfico 3-3 Histograma de puntajes en la Prueba Diagnóstica.

Según el histograma de puntajes de la prueba diagnóstica Gráfico 3-3, se puede identificar que la mayoría de los evaluados obtuvo un puntaje menor o igual a 2.6. De hecho, el puntaje más alto fue de 3.3. Esto indica, además de una obvia deficiencia en los conceptos que allí se manejan, que los estudiantes no correlacionan elementos que pueden ser de cotidiana observación en su entorno, con conceptos básicos asociados al sonido.

En cuanto a las preguntas abiertas de la prueba diagnóstica, su inclusión tuvo como objetivo identificar las dificultades conceptuales específicas que enfrentan los estudiantes, así como orientar el diseño de las actividades de aprendizaje. Al categorizar las respuestas según criterios preestablecidos, se buscó comprender en profundidad las áreas en las que los estudiantes encuentran mayores desafíos. Esta información resultó esencial para planificar y diseñar las actividades de la secuencia de aprendizaje.

La Tabla 3-1 clasifica las respuestas de los estudiantes en cuatro categorías previamente establecidas. Se observa que las categorías “Comunicación y Significado del Sonido” y “Manifestaciones y Orígenes del Sonido” son las más representativas en el grupo de estudio. En respuesta a este hallazgo, se diseñaron actividades de aprendizaje que enriquecieran estas ideas. Para abordar la categoría “Manifestaciones y Orígenes del Sonido”, se incluyó la manipulación de material concreto, como el uso de objetos para producir diferentes sonidos y de instrumentos musicales, lo que permitió a los estudiantes explorar cómo el sonido se origina y se manifiesta en diversos contextos. En relación con la categoría “Comunicación y Significado del Sonido”, se integró la música como una herramienta para entender el papel crucial del sonido en la comunicación y la expresión. Un valor agregado fue la incorporación de aplicaciones móviles, que permitieron a los estudiantes estudiar algunas de las propiedades del sonido. Esta combinación de recursos tuvo como objetivo promover un enfoque contextualizado, alineado con las formas actuales de aprendizaje.

Tabla 3-1 Distribución de Respuestas por Categoría sobre el Concepto de Sonido

Pregunta 1: El mundo en el que vivimos no es un lugar silencioso, sino lleno de múltiples y variados sonidos. En este sentido, ¿cuáles son tus ideas sobre qué es el sonido? Por favor, explica con tus propias palabras. Ver respuestas de los estudiantes en el anexo: Evidencias del Proceso de Implementación			
Categoría	Definición	Frecuencia	Porcentaje
Definición física del sonido	Respuestas que describen el sonido como ondas sonoras que se propagan a través del aire u otros medios.	10	19.61%
Experiencia sensorial y percepción del sonido	Respuestas que se centran en cómo percibimos el sonido a través de nuestros sentidos, especialmente el oído.	8	15.69%
Manifestaciones y origen del sonido	Respuestas que mencionan los diferentes orígenes y manifestaciones del sonido, incluyendo acciones humanas, objetos en movimiento y la naturaleza.	14	27.45%
Comunicación y significado del sonido	Respuestas que sugieren que el sonido tiene un papel importante en la comunicación y expresión, así como en la transmisión de información.	19	37.25%
Total		51	100%

La Tabla 3-2 muestra el grado de familiaridad de los estudiantes con los conceptos relacionados con las cualidades del sonido. Esta información facilitó el ajuste del nivel de complejidad del contenido y las explicaciones. A partir de esta evaluación, se diseñaron actividades exploratorias que, mediante la interacción con experimentos sencillos, proporcionaron un sustento argumentativo más sólido a cada concepto, permitiendo así a los estudiantes construir ideas más precisas.

Tabla 3-2 Categorización de palabras asociadas con el sonido y sus cualidades.

Pregunta 2: ¿Con qué palabras asocias el concepto de sonido y cuáles utilizas para describirlo y distinguirlo de otros?			
Cualidades del sonido	Categorías	Definición	Palabras utilizadas por los estudiantes
	Intensidad	Energía que transporta una onda sonora por unidad de área.	Volumen, intensidad, sonidos altos, bajos, suaves, rudos, dolorosos, parlantes.
	Tono	Se refiere a lo agudo o grave que suena	Tonos, ondas, tono, frecuencia, agudos.
	Timbre	Cualidad del sonido que nos permite discernir, diferenciar e identificar la fuente sonora	Timbre, voces, melodías, instrumentos.
	Duración	Es el tiempo durante el cual podemos escuchar el sonido.	Tiempo, movimiento, periodo, ritmo.
Términos asociados al sonido		Son palabras que no están estrechamente vinculadas con las cualidades del sonido.	Eco, efecto, sonda, emisión, sonidos con la boca, ruidos generados por algo o alguien, ruido del televisor, vibraciones, choque, ondas expansivas, acción, velocidad, ondas sonoras.

Pregunta 3: Si te enfocas en el estudio del sonido, ¿qué propiedades físicas puedes medir?

Figura. 3-1 Nube de palabras creada con la ayuda del programa Mentimeter.

La nube de palabras de la Figura. 3-1 reveló los conceptos más frecuentes entre los estudiantes, destacando aspectos clave de su conocimiento previo. Esta información fue crucial para diseñar las preguntas que guiaron las actividades, las cuales estaban orientadas a ayudar a los estudiantes a conectar los diferentes conceptos y a lograr una mejor comprensión de estos.

En la Tabla 3-3 se presentan posibles soluciones a las dificultades que enfrentan las personas para disfrutar de la música a través de sus audífonos debido al ruido exterior. Una de las soluciones propuestas es aumentar el volumen de los audífonos para contrarrestar el ruido. Sin embargo, esta alternativa no es recomendable, ya que puede causar daños auditivos y no resuelve el problema. Este análisis motivó la creación de dos actividades: 'El ruido en el entorno escolar' y 'Prueba de sonido', diseñadas para explorar las causas del problema y buscar soluciones desde un enfoque científico.

Tabla 3-3 Enfoques para Mejorar la Experiencia Auditiva con Auriculares

Pregunta 4: A veces, las personas enfrentan dificultades para disfrutar de la música que escuchan a través de sus audífonos debido al ruido exterior que se filtra. ¿Qué cambios le harías a los audífonos a nivel tecnológico para contrarrestar el ruido exterior?		
Categoría	Descripción	Respuestas
Mejora de Materiales	Uso de materiales que bloqueen mejor el ruido exterior.	- Lograr una mejor calidad en el material del cual están hechos los audífonos se podrían usar un material el cual no deje pasar más sonidos además del que está escuchando con ellos puestos. - Colocar un material suave y un poco grueso que evite que las ondas de fuerza reboten en la zona de los audífonos. - Que tuviera una cubierta especializada para aislar el ruido de la música del ruido exterior.
Aumento del Volumen	Incrementar el volumen de los audífonos para superar el ruido exterior.	- Les subiría el volumen a los auriculares. - El volumen que sea más alto, que los audífonos se pudieran modificar para que no se escuchará menos el exterior. - Que tengan más volumen para poder escuchar mejor la música y poder disfrutarlo. - Poder disminuir el sonido del exterior o que al subir más el volumen de la música vaya disminuyendo el sonido de afuera sin afectar a los tímpanos.
Cancelación de Ruido	Implementar o mejorar la tecnología de	- Trataría de encontrar la forma de crear un sistema ya sea manual o tecnológico el cual al presionar un botón o una función en el dispositivo neutralizara el sonido del exterior (un tipo de bloqueo del ruido). - La cancelación de ruido es algo que ya existe me parece perfecto. - Un adaptador

	cancelación de ruido.	de ruido exterior para no escuchar tanto el sonido externo. - Que llevara una función específica para disminuir los ruidos exteriores porque aumentar el volumen sería muy dañino para los oídos.
Diseño Ergonómico	Mejorar el diseño para un mejor ajuste y confort.	- Adaptar unos audífonos envolventes que bloqueen las ondas del sonido exterior y causen que solo escuches el sonido que emiten los audífonos. - Que los audífonos tapen toda la oreja para que no entre el sonido externo. - En unos audífonos yo los agrandaría un poco para que cubran mejor el oído y que no se le filtre el sonido.

3.2. Diseño y construcción de la secuencia de aprendizaje – Metodología

En términos generales, las actividades siguieron una estructura común que abarcó un objetivo, un contexto que delimitó el objeto de estudio, preguntas orientadoras, conclusiones y aprendizajes. A su vez, se optó por no incluir el objetivo en las guías entregadas a los estudiantes con el fin de no interferir en el proceso de aprendizaje por descubrimiento que se buscaba alcanzar.

En relación con el trabajo colaborativo, se optó por la formación de grupos aleatorios de un máximo de 3 personas, excepto en la actividad "Sonido, música y ruido". Esta elección se basó en la asignación de roles y tareas específicas, ya que, según Aguilera (2021) y Martín (2020), el desarrollo científico y tecnológico se entiende como un proceso que no ocurre de manera aislada ni solitaria.

Las actividades "La ciencia detrás de las emociones que la música genera", "Explorando el sonido: una actividad sensorial en la clase de ciencias" y "Prueba de sonido" fueron diseñadas para ser abordadas a través de tres fases: "Predecir, Observar, Explicar" (Sokoloff y otros, 2006). Por otro lado, las actividades "Sonido, música y ruido", "Proporciones armónicas en la Guitarra", "El ruido en el entorno escolar" y "Comparando sonidos" fueron diseñadas desde la perspectiva del proceder científico. Esto implicó acciones como experimentar, observar, medir y registrar datos, los cuales posteriormente se utilizaron para construir explicaciones (Gómez & Duque, 2023).

En ambas metodologías, 'predecir, observar y explicar' y 'proceder científico', se enfatizó que los estudiantes tuvieran roles y tareas específicas, promoviendo así un contexto de democracia y participación.

3.3. Evaluación de la Secuencia de Aprendizaje

La evaluación de la implementación de la secuencia de aprendizaje se realizó mediante un enfoque de investigación-acción participativa, que combinó el análisis de datos cuantitativos y cualitativos. Este enfoque permitió involucrar al investigador, a los estudiantes y a los docentes en un proceso integral de evaluación y reflexión sobre las actividades realizadas en el aula (Martínez, 2004).

La implementación de la secuencia de aprendizaje fue evaluada desde tres perspectivas: la de los estudiantes (heteroevaluadores), la de los docentes observadores (coevaluadores) y la del investigador (autoevaluador). Se abordará en detalle cada una de estas evaluaciones.

En primer lugar, y siguiendo las pautas establecidas por el Ministerio de Educación Nacional (2004) sobre los estándares y desempeños en el área de ciencias naturales, se consideraron las impresiones de los estudiantes respecto a varios aspectos. Se evaluó si las actividades fomentaban el trabajo colaborativo, la participación y la interacción entre pares; si el aprendizaje resultó significativo e interesante; si el material didáctico facilitó el proceso de aprendizaje; y si se lograron los objetivos planteados. Para ello, se utilizó un cuestionario que indagaba sobre estos aspectos (ver Anexo D).

En segundo lugar, se siguieron los criterios del documento del Ministerio de Educación Nacional e Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) (2015), donde se describen los desempeños y habilidades de los docentes. Un docente observador durante la implementación de las actividades asumió el rol de evaluador del proceso de implementación, proporcionando retroalimentación sobre la gestión del aula, la metodología de trabajo, la efectividad en el uso de recursos, la claridad en las instrucciones y la comunicación asertiva, así como la orientación al logro. Es importante señalar que, debido a las dinámicas propias del colegio, este papel de evaluador no siempre correspondió a la misma persona. Para ello, se utilizó un cuestionario que indagaba sobre estos aspectos (ver Anexo E).

En tercer lugar, la autoevaluación del docente investigador se basó en un análisis integral de la planeación e implementación del trabajo realizado. Su propósito fue identificar tanto las fortalezas del proceso como las áreas que requieren mejora para futuras implementaciones.

4. Resultados

Luego de cada una de las actividades desarrolladas en el aula, se recopiló información acerca del proceso educativo por parte de los estudiantes participantes, y de los docentes que observaron las actividades. Estos datos, junto con una autoevaluación por parte del docente investigador, permitió una evaluación triangulada de todo el proceso. El análisis de esta información se presenta, detallando cada uno de los elementos de la triangulación, con el propósito de identificar tanto las fortalezas como las áreas de mejora de la secuencia de aprendizaje.

4.1. Heteroevaluación del proceso de implementación

Todas las actividades propuestas en la secuencia de aprendizaje fueron evaluadas por cada uno de los grupos participantes. En la Tabla 4-1 se presenta el número de grupos que participaron en la evaluación, en cada una de las actividades. Cada grupo de estudiantes llevó a cabo una evaluación que constaba de cinco preguntas de tipo cuantitativo, con puntuaciones entre 1 y 5, además de una sexta pregunta de tipo abierto para registrar comentarios y sugerencias.

Tabla 4-1 Cantidad de Grupos que Evaluaron Cada Actividad en la Secuencia de Aprendizaje

Títulos de las actividades que constituyen la secuencia de aprendizaje	Cantidad de grupos que evaluaron cada actividad
1. Sonido música y ruido	12
2. Actividad exploratoria el monocordio	20
3. Proporciones armónicas en la guitarra	18
4. El ruido en el entorno escolar Lab. nivel de intensidad sonora	19
5. Explorando el sonido: una actividad sensorial en la clase de ciencias	20
6. Comparando sonidos	19
7. Prueba de sonido	19
Total	127

La evaluación de la secuencia de aprendizaje por parte de los estudiantes abordó diversos aspectos, que incluyeron desde el trabajo colaborativo y la participación hasta la conexión emocional con las actividades propuestas, además de la comprensión de los temas tratados, la utilización de recursos, el seguimiento de un enfoque científico y el nivel de logro alcanzado (ver Anexo D).

En términos de dinámica de grupo, las actividades se llevaron a cabo en grupos aleatorios de tres estudiantes, cada uno asumiendo roles definidos como secretario(a), vocero(a) y experimentador(a). Esta formación de grupos aleatorios tuvo varios propósitos, que incluyeron fomentar la diversidad y el intercambio de ideas, promover la inclusión y la cohesión grupal, así como estimular la adaptabilidad y el desarrollo de habilidades de colaboración, al mismo tiempo que motivaba a los estudiantes a desempeñar diferentes liderazgos según el grupo de trabajo asignado.

Las gráficas muestran el resumen de la evaluación de las siete actividades que conforman la secuencia de aprendizaje.

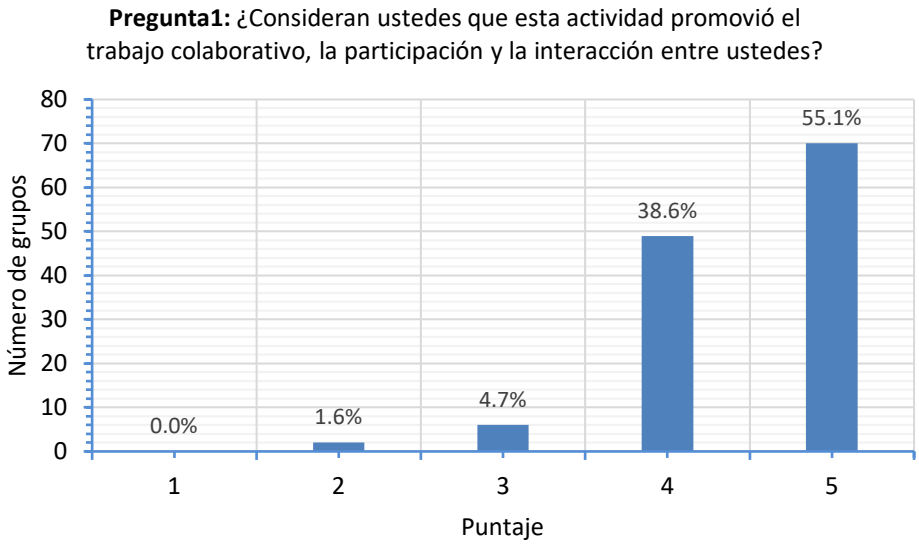


Gráfico 4-1 Puntuaciones asignadas por los grupos a la pregunta 1.

En el Gráfico 4-1, un total de 8 grupos asignaron una puntuación de 3 y 2 respectivamente. En este caso, los grupos expresaron que, en la actividad "El ruido en el entorno escolar: Laboratorio sobre el nivel de intensidad sonora", el comentario fue: "No se pudo trabajar

con tantas personas haciendo el trabajo", y en la actividad "Prueba de sonido", uno de los comentarios fue: "Utilizar los instrumentos antes de la clase". La dificultad al implementar estas actividades en el colegio está relacionada tanto con el ruido exterior como con el lugar donde se lleva a cabo el experimento. Otro aspecto es la dificultad que presentan algunos estudiantes a la hora de trabajar con otros compañeros diferentes a su círculo habitual de amigos esto generó en algunos malestar e inconformismo.

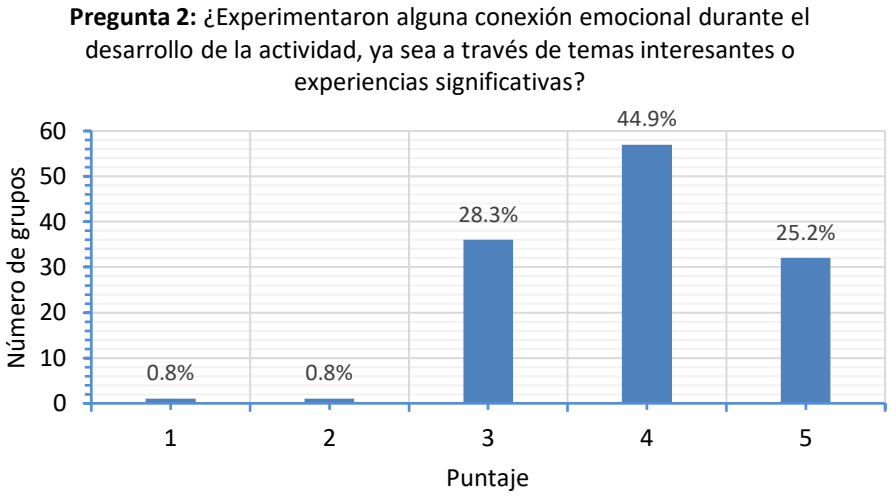


Gráfico 4-2 Puntuaciones asignadas por los grupos a la pregunta 2.

En el Gráfico 4-2, un total de 38 grupos evaluaron algunas de las actividades con puntajes de 1, 2 y 3. En algunos casos, estos puntajes podrían atribuirse a la falta de interacción de los estudiantes en las actividades experimentales, posiblemente porque no se involucraron como se esperaba en los experimentos, así como a la falta de compromiso en los roles que eligieron. Otro aspecto relevante es la búsqueda de una conexión significativa en el aprendizaje. En este sentido, consideramos que, en algunos casos, los recursos didácticos no fueron suficientes, mientras que, en otros, el trabajo en equipos de tres personas no resultó pertinente para ciertas actividades; quizás el trabajo por parejas habría sido más adecuado.

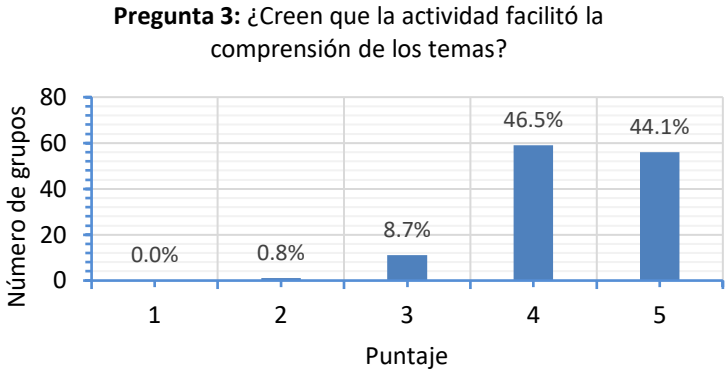


Gráfico 4-3 Puntuaciones asignadas por los grupos a la pregunta 3.

Según se observa en el Gráfico 4-3, un total de 12 grupos consideran que la actividad realizada no facilitó la comprensión de los temas. Una dificultad que surgió en esta primera implementación de la secuencia de aprendizaje fue el manejo del tiempo y el cierre de cada una de las actividades. En cuanto al manejo del tiempo, un aspecto a revisar en algunas de las actividades es la reducción del número de predicciones, preguntas y cuestiones abordadas. Respecto al cierre de la clase, es necesario asignar más tiempo para la discusión, brindando a los estudiantes la oportunidad de recapitular lo aprendido, reflexionar, recibir retroalimentación y conectar con la vida cotidiana, entre otras acciones.

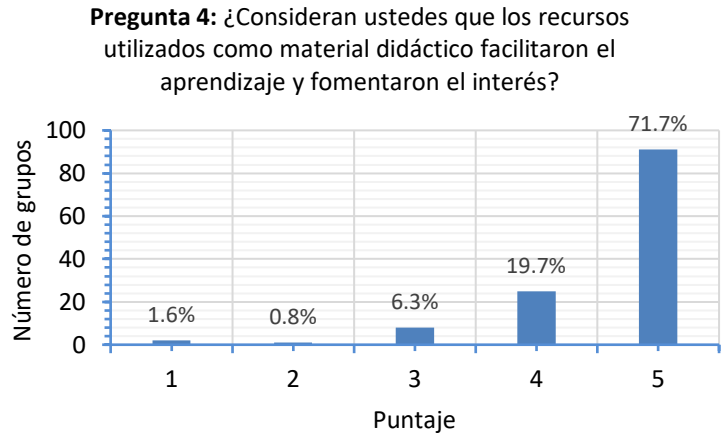


Gráfico 4-4 Puntuaciones asignadas por los grupos a la pregunta 4.

En el Gráfico 4-4, un total de 11 grupos asignan puntuaciones de 1, 2 y 3 respectivamente, manifestando que los recursos utilizados no cumplieron sus expectativas en cuanto a fomentar el interés y facilitar el aprendizaje. En relación con este aspecto, se considera que en algunos casos el material de trabajo resultó insuficiente, mientras que, en otros, aunque se contaba con el material necesario, la manera de trabajar con dicho material no fue la adecuada para la situación.

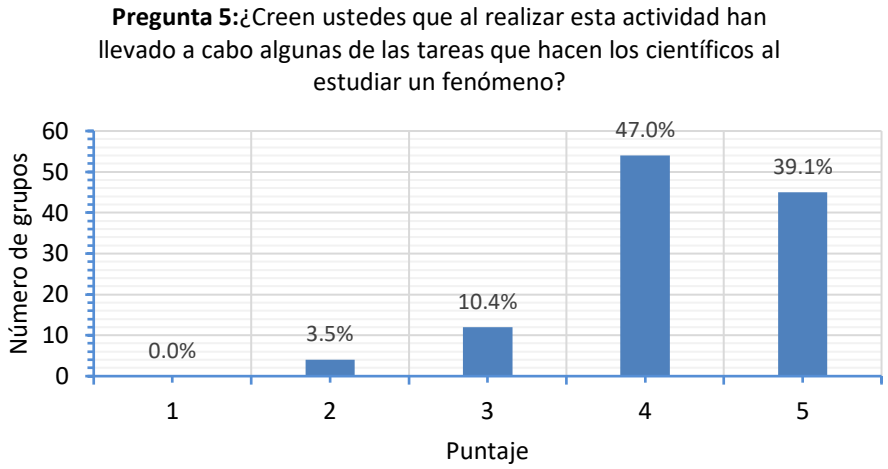


Gráfico 4-5 Puntuaciones asignadas por los grupos a la pregunta 5.

En el Gráfico 4-5, se destaca que alrededor del 86% de los estudiantes reconocen el enfoque del trabajo realizado a lo largo de la secuencia didáctica desde el proceder científico. Sin embargo, algunos grupos expresaron que ciertas actividades no reflejaron este enfoque. Esta discrepancia podría atribuirse a la falta de conexión entre los temas estudiados y la vida cotidiana de los estudiantes. Esta desconexión puede hacer que los estudiantes se enfoquen más en la temática específica que están estudiando en lugar de reconocer y valorar las acciones propias del método científico.

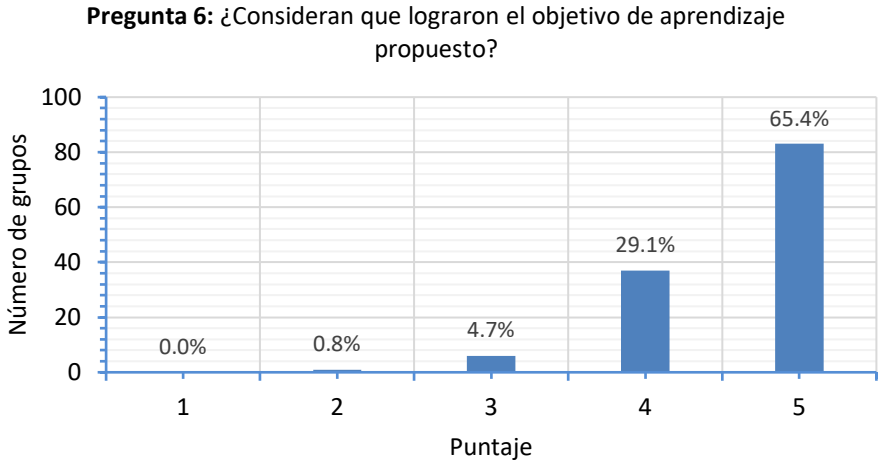


Gráfico 4-6 Puntuaciones asignadas por los grupos a la pregunta 6.

Por último, el gráfico Gráfico 4-6 nos muestra que alrededor del 94% manifiestan haber alcanzado los objetivos de aprendizaje.

Según se observa en las gráficas anteriores, la secuencia de aprendizaje en esta primera implementación obtuvo en general una evaluación satisfactoria. No obstante, se identificaron algunas deficiencias que pueden corregirse para futuras implementaciones, como, por ejemplo: ampliar el tiempo para realizar el cierre de la clase, tener a disposición mayor cantidad de material didáctico, realizar algunas actividades experimentales de manera demostrativa, disminuir el número de preguntas en algunas actividades.

Por último, se presentan la última pregunta formulada a los grupos y sus respectivas respuestas a lo largo de la implementación de la secuencia de aprendizaje y una tabla en donde se clasifican las respuestas según cuatro categorías.

Tabla 4-2 Evaluación de Actividades: Aspectos Positivos y Sugerencias - Proceso de Heteroevaluación

Comentarios adicionales: Por favor, proporcionen comentarios específicos sobre aspectos destacados, áreas de mejora y cualquier observación adicional que consideren (ver respuestas de los grupos en el anexo evidencias del proceso de implementación)		
Actividad	Elogios y comentarios positivos:	Sugerencias y acciones de mejora
Actividad exploratoria sonido música y ruido	Se destacó la actividad como dinámica y enriquecedora, brindando la oportunidad de experimentar y aprender de manera divertida y colaborativa. Los participantes expresaron satisfacción por haber descubierto nuevas formas de hacer música y por el ambiente de compañerismo que se generó durante la actividad.	Hubo propuestas para enriquecer la actividad, como proporcionar más objetos para hacer música y agregar instrumentos reales. Se sugirió la recreación de melodías utilizando solo a capella como una idea divertida para futuras actividades. Otra sugerencia fue ampliar la variedad de elementos disponibles para generar ritmos musicales, lo que podría hacer la experiencia más rica y creativa.
Actividad exploratoria el monocordio	Durante la actividad, se ha manifestado una experiencia gratificante y enriquecedora. La fluidez y el éxito han sido notables, destacándose la dinamicidad de la clase como un aspecto especialmente positivo. Esta dinamicidad se percibió como una mejora significativa respecto a experiencias anteriores, sugiriendo un entorno de aprendizaje estimulante y propicio para el crecimiento académico. Además, se valoró la naturaleza didáctica y amena de la actividad, la cual no solo profundizó la comprensión de los temas tratados, sino que también fortaleció los lazos entre los compañeros, generando una conexión más cercana y colaborativa dentro del grupo.	Se sugiere aumentar la frecuencia de este tipo de actividades, así como considerar la realización de futuras actividades al aire libre. Otra sugerencia pertinente es explorar cómo se podrían aplicar los conceptos aprendidos, como el monocordio, en la vida cotidiana. Además, se resalta la importancia de mantener la concentración durante los experimentos para maximizar el aprendizaje y minimizar las distracciones.

Proporciones armónicas en la guitarra	La experiencia fue recibida con entusiasmo y aprobación por parte de los participantes, quienes la encontraron tanto interesante como entretenida. Calificaron la actividad como "muy buena" y expresaron su satisfacción al encontrar una clase que les brindara una experiencia diferente y creativa. Además, manifestaron su deseo de continuar explorando el aprendizaje musical, destacando la posibilidad de contar con más instrumentos de cuerda.	A pesar de la recepción generalmente positiva, surgieron algunas sugerencias y áreas de mejora identificadas por los participantes. Se señaló una dificultad en la comprensión de las notas, aunque se logró entenderlas en última instancia. También se mencionó la necesidad de más material de apoyo, tanto en términos de instrumentos como de materiales de referencia. Los participantes expresaron interés en una mayor variedad de instrumentos y en comprender mejor cómo se interrelacionan entre sí. Asimismo, se propuso fomentar una participación más libre y experimental durante las sesiones, así como brindar una mayor claridad en la explicación de ciertos conceptos, como los aspectos numéricos relacionados con la música.
El ruido en el entorno escolar. Laboratorio sobre el nivel de intensidad sonora	Los participantes reconocieron el interés y la relevancia de la actividad propuesta en clase. Aunque hubo molestias asociadas con el nivel de ruido, algunos expresaron que la actividad en sí misma fue interesante y estimulante. Además, se destacó la funcionalidad de la clase y el aprendizaje obtenido, a pesar de los desafíos experimentados durante la actividad.	Los comentarios también revelaron áreas de mejora significativas. Hubo preocupación por el nivel de ruido durante la actividad, que causó molestias e incomodidad entre los participantes, incluso llegando a provocar dolores de cabeza y auditivos. Se sugirieron medidas para mitigar este problema, como aislar mejor el entorno y reducir la intensidad del sonido emitido. Además, se recomendaron ajustes en la didáctica para mejorar la comprensión y el uso de los materiales. Otros aspectos destacados incluyeron la necesidad de trabajar en un ambiente más adecuado y con un número menor de personas para facilitar la realización de la actividad.

Explorando el sonido: una actividad sensorial en la clase de ciencias	Los participantes expresaron una recepción positiva hacia la dinámica de la actividad y la interacción con el curso en su totalidad. Destacaron la calidad didáctica de la clase y la agradable experiencia de trabajar en equipo. La actividad fue percibida como agradable, interesante y divertida, promoviendo un ambiente de aprendizaje positivo y colaborativo. Además, se valoró la capacidad de la actividad para identificar sonidos de diferentes objetos y fomentar el trabajo en equipo.	Algunos participantes expresaron el deseo de implementar más objetos y dinámicas similares para mantener la diversión y el interés. También se destacó la dificultad para identificar ciertos sonidos debido al ruido externo, lo que sugiere la necesidad de un ambiente más controlado. Además, se propuso explorar sonidos más desafiantes y variados para enriquecer la experiencia de aprendizaje.
Comparando sonidos	Los participantes expresaron una apreciación positiva hacia la dinámica de la actividad y el enfoque práctico de enseñanza. Destacaron la utilidad de aprender sobre el sonido y la comparación, así como la claridad y comprensión que lograron durante la actividad. Además, valoraron la calidad de la actividad y el aprendizaje obtenido al identificar las notas de diferentes instrumentos. En general, la actividad fue percibida como interesante, dinámica y útil para comprender conceptos difíciles.	Hubo comentarios sobre la necesidad de reducir el ruido externo para crear un ambiente más agradable y propicio para el aprendizaje. También se sugirió la inclusión de diferentes instrumentos en la actividad para enriquecer la experiencia y mejorar la comprensión de los conceptos relacionados con la frecuencia y la magnitud del sonido.
Prueba de sonido	Los participantes elogiaron la actividad por su capacidad para fomentar el trabajo en equipo y facilitar la comprensión del sonido. Destacaron su entretenimiento y la mejora en la comunicación durante la misma. Además, valoraron la oportunidad de diferenciar los sonidos en distintas distancias, lo que añadió interés y disfrute a la experiencia.	Algunas propuestas incluyeron la idea de traer más bafles o explorar la implementación de nuevos instrumentos musicales. Se recomendó también utilizar los instrumentos previamente a la clase para una mejor preparación. Además, se sugirió hacer el experimento con más parlantes y enfocarse en actividades más interactivas y didácticas para evitar la monotonía.

4.2. Coevaluación del proceso de implementación

El proceso de implementación fue evaluado por un docente en cada actividad. Cada actividad fue calificada cuantitativamente mediante cinco preguntas, utilizando una escala del 1 al 5 donde el 1 corresponde al puntaje más bajo y el 5 al más alto. Además, se agregó una sexta pregunta abierta para recibir recomendaciones (ver Anexo E).

La "Actividad Exploratoria: Sonido, Música y Ruido" fue revisada por una profesora de tecnología, mientras que tanto la "Actividad Exploratoria: El Monocordio" como la "Prueba de Sonido" fueron evaluadas por el profesor de español. La actividad "Proporciones Armónicas en la Guitarra" fue analizada por el profesor de biología y química, y las actividades "Explorando el Sonido" y "Comparando Sonidos" recibieron evaluación de distintas profesoras de ciencias sociales. Lamentablemente, la actividad "El Ruido en el Entorno Escolar" no pudo ser evaluada debido a la falta de disponibilidad de tiempo del coevaluador.

Las siguientes gráficas presentan los puntajes asignados por el coevaluador a cinco preguntas que evaluaron el proceso de implementación de seis actividades.

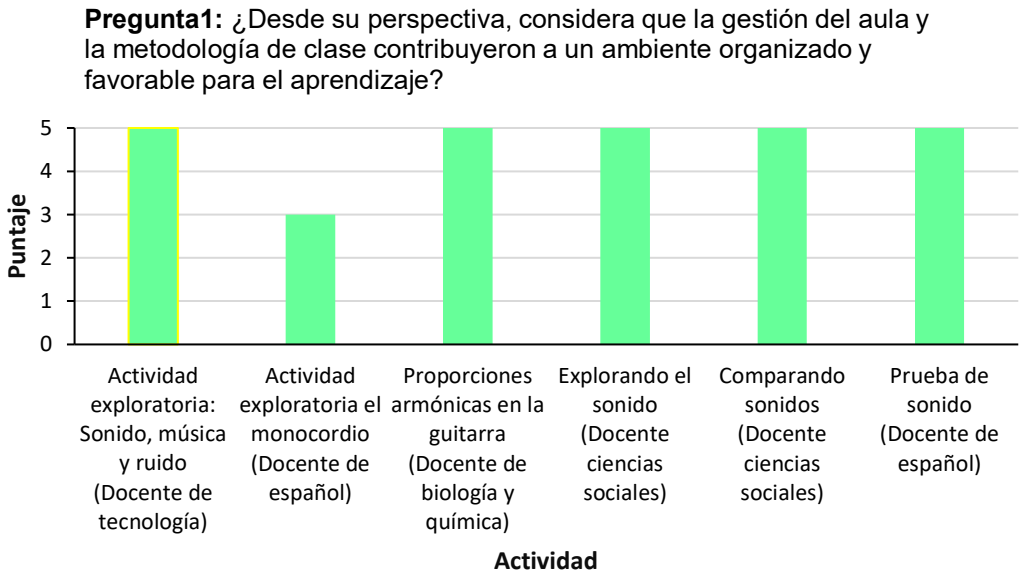


Gráfico 4-7 Puntuación asignada por el coevaluador a la pregunta 1 en cada actividad.

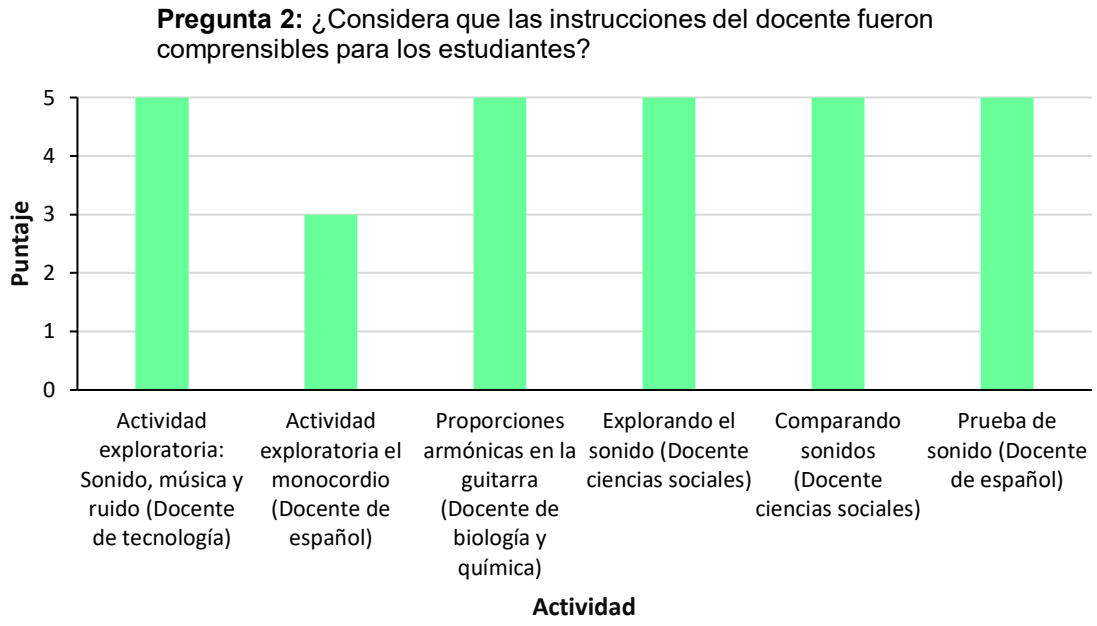


Gráfico 4-8 Puntuación asignada por el evaluador a la pregunta 2 en cada actividad.

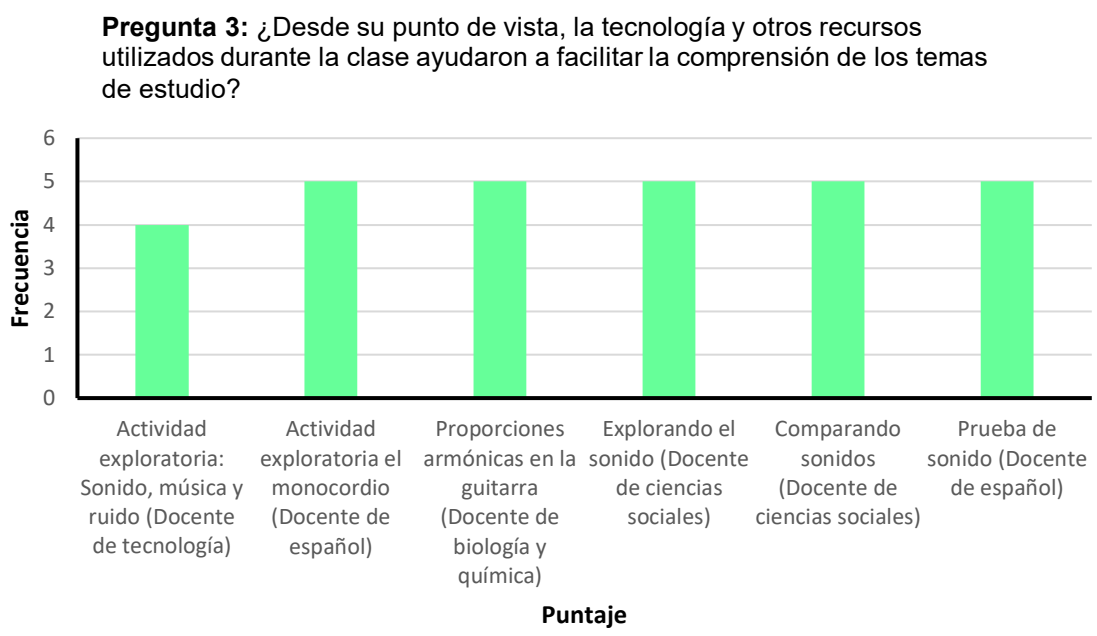


Gráfico 4-9 Puntuación asignada por el evaluador a la pregunta 3 en cada actividad.

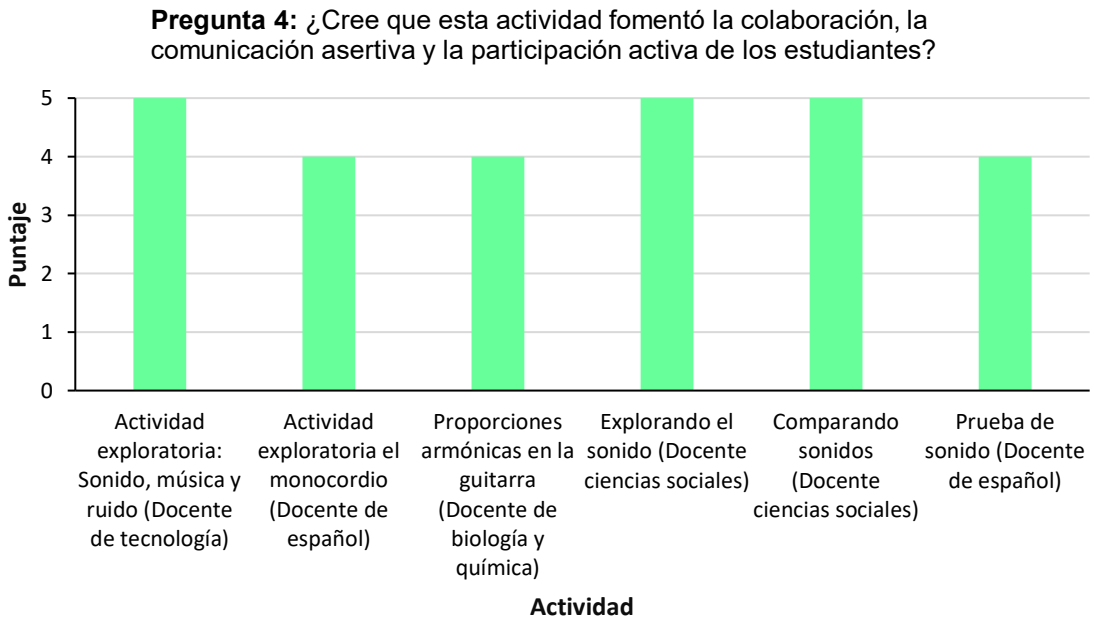


Gráfico 4-10 Puntuación asignada por el evaluador a la pregunta 4 en cada actividad.

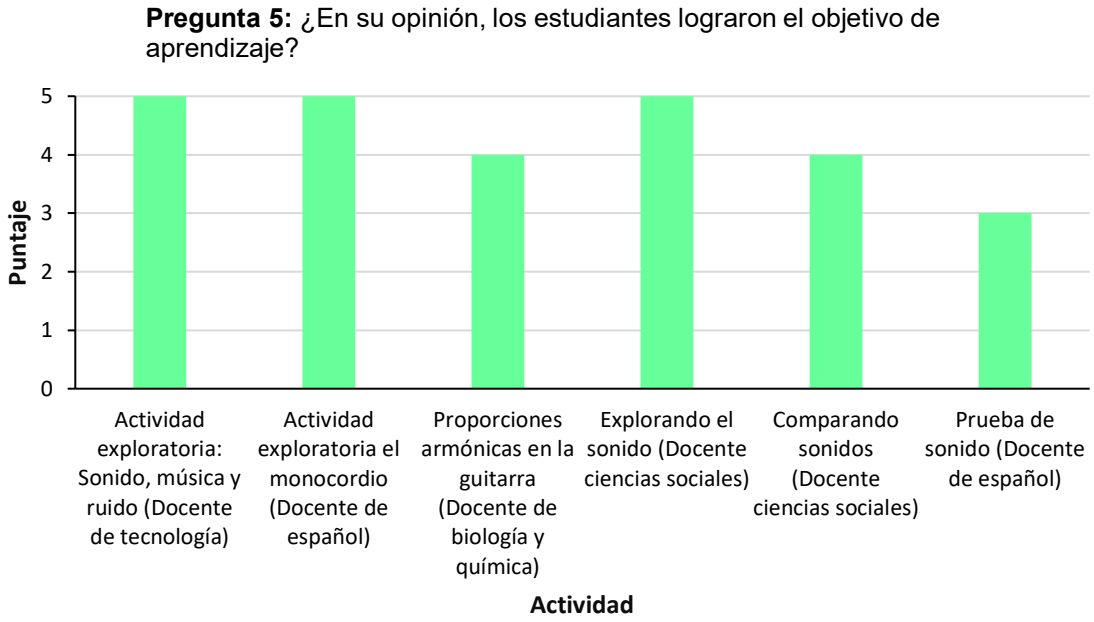


Gráfico 4-11 Puntuación asignada por el evaluador a la pregunta 5 en cada actividad.

Por último, se presentan las respuestas al último cuestionamiento de la evaluación del coevaluador, el cual solicitaba lo siguiente:

"Comentarios Adicionales: Por favor, proporcione comentarios específicos sobre aspectos destacados, áreas de mejora y cualquier observación adicional que considere pertinente".

Tabla 4-3 Comentarios del coevaluador en cada una de las actividades.

Actividad exploratoria: sonido música y ruido. Docente coevaluador: Tecnología Fortalezas: Utilización de contenidos digitales: La propuesta de incluir clips de vídeo, audio e imagen es una excelente idea para fortalecer el proceso pedagógico, ya que estos recursos pueden hacer que las clases sean más dinámicas y atractivas para los estudiantes. Recomendación: Incluir toda la información en la Guía de trabajo: Es crucial que la Guía de trabajo contenga el título de la actividad y el objetivo. Esto proporciona claridad y dirección tanto para los estudiantes como para los docentes. Recomendación: Concluir y cerrar el tema: Es importante finalizar cada sesión de clase de manera adecuada. Se sugiere que cada grupo de trabajo socialice su conclusión de la clase, no sólo el producto hecho. Esto permite una reflexión más profunda y un mejor entendimiento de los temas tratados.
Actividad exploratoria: El monocordio Docente coevaluador: español Fortaleza: Potenciación de habilidades múltiples: Felicito los procesos que potencian las habilidades múltiples de los estudiantes, ya que esto enriquece su aprendizaje y desarrollo integral. Fortaleza: Designación de roles: La designación de roles dentro del grupo es una excelente práctica, ya que fomenta la responsabilidad, el liderazgo y el trabajo en equipo. Recomendación: Instrucciones visibles: Es importante dejar siempre visibles las instrucciones, ya sea en las hojas de trabajo o en el tablero. Esto ayuda a que los estudiantes tengan claro qué se espera de ellos en todo momento. Recomendación: Pausas para retomar la concentración: Hacer pausas estratégicas para retomar la concentración del grupo y manejar mejor los tiempos es una práctica recomendada para mantener la atención y el enfoque de los estudiantes durante la clase.
Proporciones armónicas en la guitarra. Docente coevaluador biología y química Recomendación: Organización de grupos de trabajo por parejas: Sería pertinente organizar los grupos de trabajo por parejas para minimizar los momentos de dispersión y asegurar que todos los estudiantes participen activamente en su rol dentro del equipo. En grupos de 3 a 4 integrantes, algunos estudiantes no participaron de manera activa, lo cual puede ser mejorado con esta estrategia. Recomendación: Ajuste del tiempo de desarrollo: Ajustar el tiempo de desarrollo de la actividad para darle más tiempo al cierre de la clase. Esto permitirá un espacio más adecuado para que los estudiantes puedan reflexionar y compartir sus aprendizajes de manera efectiva.

Comparando sonidos coevaluador docente de Ciencias sociales Fortaleza: El grupo de trabajo mostró una excelente disposición y participó de manera activa y colaborativa.
Prueba de sonido. Coevaluador docente de español Recomendación: Si esta actividad se realiza en clase, hacerla de manera demostrativa y en lugares aislados del ruido exterior. Recomendación: Considerar asignar la actividad como tarea para realizar en casa, donde no se presente ruido exterior. Recomendación: Realizar ajustes en el tiempo para fortalecer la discusión académica. Fortaleza: Participación colaborativa de estudiantes. Fortaleza: Uso efectivo de herramientas digitales. Fortaleza: Gran mejora en aspectos evaluados.

4.3. Autoevaluación del proceso de implementación

Esta autoevaluación examina y reflexiona sobre la primera implementación de la secuencia de aprendizaje, centrándose en los logros alcanzados y las áreas de mejora. En esta fase inicial, se promovió la integración activa de los estudiantes, el ejercicio de diferentes liderazgos y una participación dinámica en las actividades. Además, se buscó crear experiencias de aprendizaje que conectaran de manera efectiva la física, la música, las matemáticas y la tecnología, utilizando metodologías de Aprendizaje Activo y herramientas digitales. El análisis abarca el diseño de la prueba diagnóstica y de las actividades, la gestión de roles dentro de los grupos de trabajo, la selección y adecuación de recursos pedagógicos, así como las condiciones necesarias para el desarrollo óptimo de actividades relacionadas con el sonido. Este enfoque permite identificar prácticas efectivas y sugerir mejoras que fortalezcan el proceso educativo y contribuyan al desarrollo integral de los estudiantes, estableciendo una base sólida para futuras implementaciones.

Un aspecto clave en este análisis es el diseño de la prueba diagnóstica, donde se recomienda optar por preguntas abiertas en lugar de cerradas. Estas preguntas, formuladas a partir de situaciones cotidianas y con un lenguaje sencillo, facilitan la comprensión y la expresión de los estudiantes, evitando el uso de terminología técnica. Dado que algunos conceptos científicos pueden ser nuevos para los estudiantes, es

fundamental adaptar el nivel de las preguntas para que estas no resulten intimidantes o inaccesibles, favoreciendo así un entorno de aprendizaje más inclusivo y efectivo desde el inicio del proceso educativo.

En cuanto a la implementación de la secuencia de aprendizaje, se logró fomentar la integración de los estudiantes, promoviendo distintos liderazgos y una participación activa. Los logros pedagógicos más destacados incluyen la creación de actividades que combinan eficazmente el Aprendizaje Activo, el uso de aplicaciones móviles y la motivación de los estudiantes. Además, se facilitó el aprendizaje sobre las cualidades del sonido y se estableció un vínculo natural entre la física, la música, las matemáticas y la tecnología.

En el contexto de la metodología de Aprendizaje Activo, y considerando las restricciones de tiempo en clase, es recomendable limitar el número de predicciones a dos. Esta limitación responde a la necesidad de gestionar adecuadamente el tiempo para abarcar los diferentes momentos de la clase, como el registro de predicciones individuales y grupales, la observación o realización del experimento, el registro de resultados y la discusión final para la recapitulación y retroalimentación.

Con respecto a la organización aleatoria de los grupos de trabajo, es crucial supervisar los roles asumidos por los estudiantes, ya que tienden a asumir siempre el mismo papel basado en sus preferencias y habilidades. Para fomentar una experiencia de aprendizaje más completa, se recomienda verificar que los roles sean rotativos.

En el diseño de actividades, se sugiere basarse en contextos reales y evitar la idealización. En algunos casos, las actividades se limitaron al entorno del aula. Para futuros trabajos, se propone utilizar escenarios cotidianos que ilustren los fenómenos físicos en estudio.

Para la actividad exploratoria "Sonido, Música y Ruido", se recomienda disponer de una mayor variedad de recursos que permitan a los estudiantes experimentar con una gama más amplia de sonidos. Además, es importante conocer previamente la canción que se interpretará para evitar duplicaciones, como sucedió en un curso donde dos grupos interpretaron "We Will Rock You" de Queen.

En la actividad del "monocordio", es esencial que los estudiantes coloquen la tabla sobre el pabellón auricular para mejorar la percepción del sonido. De no hacerlo, se dificulta la apreciación de los cambios al modificar los puentes, la cuerda o al utilizar la caja, debido

a la falta de un mecanismo de amplificación en el monocordio. Asimismo, se debe gestionar el tiempo adecuadamente, asegurando un espacio suficiente para el cierre de la actividad.

Para la actividad "Proporciones Armónicas en la Guitarra", se sugiere realizarla en parejas, utilizando una guitarra electroacústica y un amplificador, y enfocándose en la primera cuerda para captar mejor el sonido. Además, es recomendable incluir un texto o video sobre la importancia de los números y las proporciones en el pensamiento pitagórico.

En la actividad "Comparando Sonidos", es crucial mantener en secreto para los estudiantes que la misma nota musical está siendo interpretada por diferentes participantes. Se debe fomentar la participación activa de los estudiantes, incentivándolos a escuchar atentamente y realizar mediciones por sí mismos para llegar a las conclusiones esperadas. Una combinación práctica puede incluir una guitarra electroacústica con amplificador y un piano electrónico. Además, se recomienda iniciar la actividad mostrando una representación gráfica de un sonido puro, para que los estudiantes puedan observar el comportamiento de un tono puro en términos de frecuencia y magnitud utilizando un gráfico de la transformada de Fourier. Esto les proporcionará herramientas adicionales para comparar y comprender mejor las diferencias entre los sonidos.

En las actividades "El ruido en el entorno escolar: Laboratorio sobre el nivel de intensidad sonora" y "Prueba de sonido: Laboratorio sobre interferencia del sonido", es esencial contar con lugares silenciosos o con aislamiento acústico. Por ello, se sugiere plantear estas actividades como tareas para realizar en casa o llevarlas a cabo de manera demostrativa en entornos con control de sonido.

Este análisis general, basado en la experiencia de la prueba piloto, ofrece una valiosa retroalimentación para ajustar y mejorar futuras implementaciones, asegurando así un enfoque educativo que no solo enriquezca el aprendizaje de los estudiantes, sino que también fomente un entorno de enseñanza más dinámico e inclusivo.

5. Conclusiones

Luego de una revisión detallada de algunos trabajos previos y experiencias exitosas, que involucraban el Aprendizaje Activo y/o el modelo TPACK, se diseñaron actividades de aula que implicaban que los estudiantes trabajaran en grupos aleatorios de tres personas, cada una con un rol y tarea asignados. Esto les permitió desarrollar diversas habilidades como la capacidad para anticipar posibles resultados basados en información disponible, el registro y análisis de datos, el intercambio de ideas, la toma de decisiones, la inclusión y cohesión grupal, la adaptabilidad, la colaboración y el ejercicio de diferentes liderazgos.

El uso de las herramientas tecnológicas utilizadas a lo largo de la investigación desarrolló en el docente la adaptabilidad para utilizar las tecnologías disponibles de manera efectiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente al emplear las tabletas para diversas tareas como la captura de información, observación y análisis de datos.

La implementación de procedimientos experimentales desde la perspectiva del modelo TPACK, permitió llevar a cabo actividades significativas que abarcaron aspectos pedagógicos, tecnológicos y disciplinares. En el ámbito pedagógico, el docente demostró habilidades para gestionar el aula, organizar grupos, planificar actividades, proporcionar retroalimentación y evaluar el progreso de los estudiantes. Además, se promovió la alfabetización digital al utilizar tabletas como herramientas para la captura de información, observación y análisis de datos. Se fomentó el trabajo colaborativo al gestionar la organización de grupos diversos con roles asignados, lo que estimuló la participación democrática de los estudiantes. Desde lo disciplinar, se diseñaron y llevaron a cabo actividades exploratorias para estudiar las cualidades del sonido. Estas actividades, caracterizadas por su simplicidad y bajo costo, permitieron a los estudiantes explorar conceptos de manera práctica y significativa, lo que facilitó un mayor entendimiento de los contenidos relacionados con el sonido.

Las actividades exploratorias para estudiar las cualidades del sonido, caracterizadas por su simplicidad y bajo costo, permitieron a los estudiantes explorar conceptos de manera práctica y significativa, lo que facilitó un mayor entendimiento de los contenidos relacionados con el sonido.

Las actividades propuestas y la metodología de trabajo, que implicaban que los estudiantes trabajaran en grupos aleatorios de tres personas, cada una con un rol y tarea asignados,

les permitieron potenciar diversas habilidades. Entre ellas se incluyen la capacidad para anticipar posibles resultados basados en información disponible, el registro de datos, el intercambio de ideas, el análisis de datos, la toma de decisiones, la inclusión y cohesión grupal, la adaptabilidad, la colaboración y el ejercicio de diferentes liderazgos.

Igualmente, las actividades diseñadas lograron integrar de manera armoniosa diversas acciones clave para la enseñanza de física. Se enfatizó en que los estudiantes realizaran predicciones, llevaran a cabo experimentos, trabajaran colaborativamente y de manera democrática, siguieran procedimientos científicos, utilizaran tecnología y adquirieran conocimientos sobre las cualidades del sonido. Este enfoque demostró ser efectivo para fomentar un aprendizaje integral y participativo en el estudio de este campo específico de la física, según se observa en los resultados obtenidos.

El protocolo de evaluación, diseñado desde tres enfoques —la heteroevaluación por parte de los estudiantes participantes, la coevaluación a cargo de sus pares y la autoevaluación por parte del docente investigador—, demostró ser efectivo. Estas evaluaciones permitieron valorar la pertinencia de la secuencia de aprendizaje a través de la observación y las percepciones de los participantes. Los resultados, detallados en los apartados "Heteroevaluación del proceso de implementación", "Coevaluación del proceso de implementación" y "Autoevaluación del proceso de implementación" en el capítulo de resultados, fueron satisfactorios, confirmando la validez de la metodología y actividades, así como su contribución al aprendizaje y enseñanza de las cualidades del sonido.

Bibliografía

Aguilera, D. L. (2021). Objetivos de la educación STEM. Revisión sistemática. . *Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias.*

Aristizábal, F. (1996). Los avances de la humanidad a través de los hitos tecnológicos. *Revista Innovación y Ciencia. Colciencias.*, 54-63. Obtenido de http://files.estudioscts.webnode.com.co/200000045-21448223ef/Lectura_4_Los%20avances%20de%20la%20humanidad%20a%20traves%20de%20los%20hitos%20teconol%C3%B3gicos.pdf

Aristizábal, R., D. L. (julio de 2016). PhysicsSensor PLATAFORMA HARDWARE-SOFTWARE PARA DISPOSITIVOS MOVILES. *Descripción*. Medellín, Colombia. Obtenido de https://medellin.unal.edu.co/~ludifisica/images/docs/introduccion.pdf

Bocanegra, C., J. A. (2012). Laboratorio de ondas mecánicas apoyado con tecnologias de la información y comunicación de libre acceso. *(Tesis de maestría).* Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de http://bdigital.unal.edu.co/11182/1/186622.2012.pdf

Calderón Urreiztieta, C. (2013). El Monocordio como Instrumento Científico Sobre rupturas y continuidades en la “Revolución Científica”: Ramos de Pareja, Zarlino y Mersenne. *Tesis de doctorado.* Universitat Pompeu Fabra, Barcelona. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/126116/tccu.pdf;jsessionid=208C15779E44DFD4742A2103C05C8F49?sequence=1

Calvo Manzano, A. (1991). *Acústica físico-musical.* Madrid: Real Musical.

Camargo, M., C. W. (2015). Uso de las aplicaciones para dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la cinemática en educación media. *(Tesis de Maestría).* Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de http://bdigital.unal.edu.co/52138/1/CarlosCamargo.2015.pdf

Castro, J. L. (2022). *Experimentación en Física con dispositivos móviles 2: O cómo usar los teléfonos y las tabletas inteligentes en el laboratorio escolar.* Lorenzo Ramírez Castro.

Clavijo, J., L. F. (2018). Secuencia didáctica para reforzar conceptos de proporcionalidad y números racionales a partir de la música y la elaboración de instrumentos musicales. *(Tesis de maestría).* Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76359/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Durá, D., A. (2005). *Temas de acústica.* San vicente del Reaspeig: Publicaciones de la universidad de Alicante.

Durán, R., M., & Ramírez, M., C. A. (2016). El experimento del tubo de Rubens y la simulación una propuesta de aula para la comprensión del sonido como onda longitudinal en el curso de física de ondas. *(Trabajo de grado).* Universidad pedagógica Nacional. Obtenido de http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/2034/TE-19735.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Garrido Domené, F. (2012). Lo que vibra es el yunque. Análisis de Nicom." Harm." VI, pp. 245.18-248.26. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/26780/lo_que_vibra_es_el_yunque.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Gómez Tejedor, J. A. (s.f.). *Ondas estacionarias.* Recuperado el 07 de 04 de 2020, de Universidad Politécnica de Valencia: http://labvirtual.webs.upv.es/TuboDeRubens.html

Gómez, M., & Duque, M. (05 de 12 de 2023). *https://www.pequenoscientificos.org.* Obtenido de https://www.pequenoscientificos.org/uploads/7/6/6/4/76644211/gestion_de_aula.pdf

González Becerra, J. (2012). Trabajo de grado - Maestría. *Enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) - una estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias ciudadanas en el aula preescolar.* Uniandes.

González Sánchez, Y. y. (2014). Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 52*(3), 402-410.

Guevara. Bravo., C. (2010). Matemáticas Y Música En La Revolución Científica. *Ciencias*(100). Obtenido de http://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/25383

Hewitt, P. G. (2007). *Física Conceptual.* México: Pearson Educación.

ICFES. (2018). *Cuadernillo de preguntas Saber 11 Prueba de Ciencias Naturales.*

Jámblico. (2003). *Vida Pitagórica - Protréptico.* Madrid: Gredos S.A.

Keuwlsoft. (s.f.). *Generador de funciones de onda*. Obtenido de Keuwlsoft: http://www.keuwl.com/FunctionGenerator/

Koehler, M. J. (2015). ¿Qué son los Saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido (TPACK)?. *Virtualidad, Educación Y Ciencia, 6*(10), 9–23. https://doi.org/https://doi.org/10.60020/1853-6530.v6.n10.11552

Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Analyzing acoustic phenomena with a smartphone microphone. *The Physics Teacher, 51*(2), 118-119.

Kuhn, J., Vogt, P., & Hirth, M. (2022). Analyzing the acoustic beat with mobile devices. En J. Kuhn, P. Vogt, & M. Hirth, *Smartphones as Mobile Minilabs in Physics* (págs. 293-297). Springer, Cham. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-94044-7_49

Lapp, D. R. (2003). *The Physics of Music and Musical Instruments.* (T. U. Wright Center for Innovative Science Education, Ed.) Recuperado el 2023

Lemnismath. (28 de septiembre de 2018). ¿Por qué tenemos 12 notas musicales? [video]. Youtube. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=P7iC-fbdKmQ

LENOVO. (25 de 01 de 2023). *Device specifications*. Obtenido de https://www.devicespecifications.com/es/model/2312520f

Levitin, D. J. (2008). *El cerebro musical. Seis canciones que explican la evolución humana.* (F. López, Martín, Trad.)

Lion, C. (2022). *Aprendizaje y tecnologías: Habilidades del presente, proyecciones de futuro.* Noveduc.

Martín, O. .. (2020). Educación STEM: Formación con «con-ciencia». Padres Y Maestros. *Journal of Parents and Teachers, 381*, 41- 46. https://doi.org/ https://doi.org/10.14422/pym.i381.y2020.006

Martínez, M. M. (2004). La investigación acción participativa. En G. H. Musitu Ochoa (Ed.), *Introducción a la psicología comunitaria* (págs. 135-165). Editorial UOC.

Mejía. R., J. M. (2016). Estrategía didáctica para el estudio de la frecuencia de las ondas sonoras emitidas por un istrumento típico de la música vallenata: la guacharaca. *(Tesis de MAestría).* Universidad Nacional De Colombia, Bogotá.

MEN. (07 de 2004). *Biblioteca Digital Magisterio 3.0.* (M. d. nacional, Ed.) Obtenido de http://bibliotecadigital.magisterio.co/libro/estandares-b-sicos-de-competencias-en-ciencias-naturales-y-ciencias-sociales-formar-en

MEN. (2018). Guía. *Derechos básicos de aprendizaje en ciencias naturales V1*. Obtenido de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf

Ministerio de Educación Nacional, Instituto Colombiano para el Fomento de la educación superior (ICFES). (2015). *fecode.edu.co.* Recuperado el 2023, de https://www.fecode.edu.co/images/ecdf/segunda%20cochorte/Rubrica%20ecdf.pdf

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Miyara, F. (2010). *Acústica y sistemas de sonido.* Buenos Aires: Universidad Nacional de Rosario.

Monteiro, M., & Marti, A. (2022). Resource Letter MDS-1: Mobile Devices and Sensors for Physics Teaching. *90*(5), 328-343. https://doi.org/https://doi.org/10.1119/5.0073317

Nirete, A. B. (2010). Formación Docente En Tics. ¿Están Los Docentes Preparados Para La (R)evolución educativa? *International Journal of Developmental and Educational Psychology, 4*(1), 35-44. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/3498/349832327003.pdf

Páramo, P. &. (2020). *La dimensión espacial del ambiente educativo y su influencia sobre el aprendizaje.* El tercer maestro.

Pascuas-Rengifo, Y. S., García-Quintero, J. A., & Mercado-Varela, M. A. (2020). Dispositivos móviles en la educación: tendencias e impacto para la innovación. *Revista Politécnica, 31*(16), 97-109.

Perales Palacios, F. J. (1997). Escuchando el sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos. *Enseñanza de las ciencias, 15*(2), 233-247. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v15n2/02124521v15n2p233.pdf

Play Store. (s.f.). *Play Store*. Obtenido de Physics Toolbox Sensor Suite: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chrystianvieyra.physicstoolboxsuite&hl=es_419

Pogré, P. (2006). Currículo y docentes. *revistaprelac*, 92. Obtenido de http://www.octaedro.org/biblioteca/Unesco2006CurriculumADebate.pdf#page=92

Punya , M. (2020). *WEB DE PUNYA MISHRA Vivir en el cruce de la educación, la creatividad, la tecnología y el diseño.* Obtenido de https://www.punyamishra.com/research/tpack/

Quintana. R., L. E. (2019). Física de los "Luthiers" La construcción de instrumentos musicales orientada a mejorar la comprensión de conceptos de sonido. *(Tesis de Maestría).* Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Ramirez Sierra, R. (2000). *Olimpiadas Física 11.* Santafé de Bogotá, D.C: Voluntad.

Ramírez, J. L. (2022). *Experimentación en Física con dispositivos móviles 2ª Edición.* Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://experimentaciolliure.files.wordpress.com/2022/06/exfidismo-2ed-2022.pdf

Romero, O. &. (2011). *Hipertexto física 2.* Editorial Santillana.

Serway, R. A. (2019). *Física para ciencias e ingeniería* (10 ed.). (A. E. Hernández, Trad.) Ciudad de México: Cengage Learning Editores.

Serway, R. J. (2005). *Fısica para ciencias e ingenierıa.* Mexico: International Thomson.

Serway, R., Faughn, J., & Escalona y García, H. (2001). *Física* (5 ed.). México: McGraw-Hill.

Silberman, M. (1998). *Aprendizaje activo 101 estrategias para enseñar cualquier tema.* (A. Oklander, Trad.) Buenos Aires, Argentina: Troquel.

Simulations, P. I. (2020). Onda en una cuerda. *[Simulador]*. University of Colorado Boulder. Obtenido de https://phet.colorado.edu

Sokoloff, D. R., Ben, Z., Culaba, I. B., Lakshminarayanan, V., Maquiling, J. T., & Mazzolini, A. (2006). *Active Learning in Optics and Photonics Training Manual.* Oregón: UNESCO. Obtenido de http://www.light2015.org/dam/LightForDevelopment/activelearning.pdf

Stolik , D. (2005). El aporte de los físicos al desarrollo de la música. *Revista Cubana de Física, 22*(2), 164-172.

Stolik, D. (2008). Aporte de los físicos al desarrollo de la música. Obtenido de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:revista100cias-2008-1ne-1023/Documento.pdf

Tippens, P. E. (2011). *Física: Conceptos y aplicaciones* (Séptima edición revisada ed.). (Á. C. Ruiz, Trad.) México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.

UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC.* Francia. Obtenido de http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/unesco-competencias-tic-docentes-2019

Valero, C. C., Redondo, M. R., & Palacín, A. S. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La educación digital magazine*(147), 1-21. Obtenido de http://educoas.org/portal/la_educacion_digital/147/pdf/ART_UNNED_EN.pdf

Vallejo, C., A. C., Araque, F., Y. V., & Uribe, A., A. M. (2017). Actividades didácticas para el tono como cualidad del sonido, en cursos de física del nivel básico, mediadas por la tecnología digital. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 35*(3), 129-150.

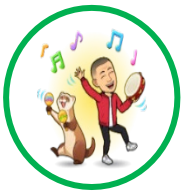
Anexos

A. Actividades y objetivos de la secuencia de aprendizaje

Este anexo ofrece un resumen detallado de todas las actividades realizadas durante implementación. Cada actividad está presentada con su título en negrita, seguido del objetivo de aprendizaje correspondiente en formato normal.

Prueba diagnóstica sobre Ondas sonoras

- ✓ Conocer algunas de las ideas previas de los estudiantes sobre aspectos relacionados con el sonido.
- ✓ Recopilar información relevante para la elaboración y ajuste de las actividades.



Actividad exploratoria - Sonido, música y ruido.

- ✓ Crear música a través de la experimentación con sonidos y ritmos.

Laboratorios – Actividad exploratoria el monocordio – Proporciones armónicas en la guitarra

- ✓ Identificar los factores que influyen en el sonido que se genera en un monocordio
- ✓ Comprender algunas de las relaciones matemáticas que se establecen entre la longitud de una cuerda resonante y su frecuencia.

Laboratorio - El ruido en el entorno escolar. Lab. de nivel de intensidad sonora

- ✓ Investigar la relación entre el nivel de intensidad sonora y la distancia, y vincularla con un modelo matemático.

Laboratorios – Explorando el sonido: una actividad sensorial en la clase de ciencias – Comparando sonidos

- ✓ Identificar la fuente sonora y su ubicación.
- ✓ Analizar el comportamiento del timbre sonoro a través de la observación de representaciones gráficas.
- ✓ Identificar la frecuencia fundamental de un sonido a partir de la representación gráfica

Prueba de sonido

- ✓ Experimentar el fenómeno de interferencia sonora utilizando el sentido del oído.
- ✓ Observar en tiempo real los cambios entre interferencia constructiva e interferencia destructiva mediante la medición de la intensidad sonora.

B. Prueba diagnóstica

En este anexo se incluye la prueba diagnóstica diseñada e implementada para evaluar el conocimiento previo de los estudiantes sobre el sonido.

COLEGIO NELSON MANDELA I.E.D

Resolución 08-030 del 22 de abril de 2015

Formación integral desde la filosofía “UBUNTU” para la transformación social

Fecha	22/03/2025	Periodo	I	Curso	11	Asignatura	Física	Nombre del Docente	Juber Edinson Monsalve Meneses

Nombre del estudiante		Curso:	Tiempo:30 min
Objetivo: Conocer algunas de las ideas previas de los estudiantes sobre aspectos relacionados con el sonido.			

El propósito de este cuestionario es obtener información acerca de algunas de tus ideas sobre aspectos relacionados con las ondas sonoras. Por favor, responde a cada pregunta reflexivamente. Ten en cuenta que esta actividad no afectará la evaluación de la asignatura. Agradecemos tu colaboración.

1. El mundo en el que vivimos no es un lugar silencioso, sino lleno de múltiples y variados sonidos. En este sentido, ¿cuáles son tus ideas sobre lo que es el sonido? Explica con tus propias palabras.

2. ¿Con qué palabras asocias el concepto de sonido y cuáles utilizas para describirlo y distinguirlo de otros?

3. Si te enfocas en el estudio del sonido, ¿qué propiedades físicas puedes medir?

4. A veces, las personas enfrentan dificultades para disfrutar de la música que escuchan a través de sus audifonos debido al ruido exterior que se filtra. ¿Qué cambios le harías a los audifonos a nivel tecnologico para contrarestar el ruido exterior?

Figura.1. Dibujo creado con Bitmoji App.

A continuación, se presentarán preguntas de opción múltiple con única respuesta. Por favor, señale con una "X" la opción que considere correcta.

5. Un niño juega con un resorte. Primero lo fija a una pared, luego lo extiende horizontalmente, por último, lo agita moviéndolo de arriba hacia abajo. Bajo esta acción, cada sección del resorte se mueve perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda. Lo que representa un ejemplo de onda transversal (ver Figura 2). En contraste en una onda longitudinal, las partículas del medio vibran en la misma dirección de propagación de la onda.

Figura. 2. Onda transversal en un resorte. Creación propia. Adaptada de la aplicación Bitmoji app.

Un grupo de personas quiere representar una onda longitudinal; para esto, se ubican como muestra en la Figura 3 La fila representa el medio de propagación y las personas representan las partículas del medio.

Figura. 3.Representación de una onda. Recuperado del cuadernillo de preguntas prueba saber 11 de 2018 (ICFES, 2018)

Para lograr la representación, el movimiento que debe realizar la primera persona y que los demás deben repetir sucesivamente es

A. alzar y bajar los brazos lateralmente
B. sentarse y ponerse de pie
C. balancearse de izquierda a derecha
D. moverse hacia adelante y hacia atrás

6. Imagina que estás en tu habitación con el equipo de sonido a todo volumen, y tus familiares te reclaman porque consideran que "el volumen está muy alto". De acuerdo con tus conocimientos en física, esto significa que:

A. El sonido es de baja energía
B. El sonido es de alta frecuencia
C. El sonido es de alta intensidad
D. El sonido es de menor calidad

7. En un experimento para el estudio del sonido, un grupo de estudiantes llenó cuatro copas idénticas con agua. Sin embargo, se dieron cuenta de que observar el nivel de agua en cada una de ellas era complicado. Para solucionar esto, optaron por colorear el agua con tinta para alimentos, lo que facilitó la observación del nivel de agua en cada copa. Es importante señalar que las cantidades de agua en cada copa eran diferentes. Luego, marcaron las copas para distinguirlas entre sí (ver Figura 4). Finalmente, golpearon cada una de las copas con un palito de madera y escucharon el sonido generado en cada una de ellas.

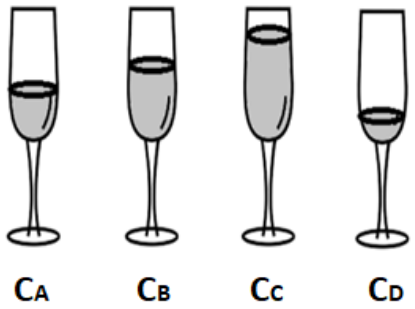


Figura. 4. Ilustración experimento copas y sonido. Recuperado y adaptado de la prueba diagnóstica. (Perales Palacios, 1997)

Considerando lo anterior, el orden de los sonidos generados en las copas, del más grave al más agudo corresponde a:

A. $C_D - C_A - C_B - C_C$
B. $C_C - C_B - C_A - C_D$
C. $C_C - C_D - C_B - C_A$
D. $C_D - C_A - C_C - C_B$

8. Alejandra y Andrés experimentan con un resorte de juguete para comprender las ondas transversales periódicas. Andrés agita el resorte de forma regular mientras Alejandra lo sostiene. Observan que el resorte muestra máximos y mínimos a una distancia constante (x) y en intervalos regulares, indicando un comportamiento repetitivo. También notan que la perturbación se propaga de derecha a izquierda, no obstante, algunas partes del resorte se mueven solo de arriba hacia abajo mientras en otras permanecen inmóviles (puntos A, B, C, D, E y F) (ver Figura 5).

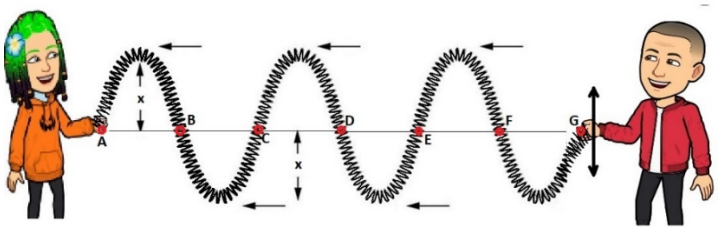


Figura. 5. Construcción propia. Representación de una onda transversal. Adaptada de Bitmoji App

Considerando la información anterior ¿Qué influencia tendría cambiar la velocidad de agitación en el comportamiento de la onda transversal y periódica?

A. La distancia entre el punto E y el punto G aumentaría.
B. La distancia x disminuiría.
C. Se observarían una mayor cantidad de máximos y mínimos.
D. Haría que el resorte se vuelva más rígido y menos flexible.

9. Un músico toca una nota en su saxofón y otro músico toca la misma nota en su trompeta. A pesar de que ambos están tocando la misma nota musical, los sonidos son diferentes (ver Figura 6).

Figura. 6. Construcción propia. Músicos. Creada en

Lo anterior es consecuencia de…

A. la combinación única de frecuencias e intensidades que se produce en cada instrumento musical.
B. la diferencia de amplitud de las ondas sonoras generadas en cada instrumento musical
C. la forma de las ondas sonoras
D. la frecuencia fundamental de cada instrumento musical

RESPONDA LAS PREGUNTAS 10 Y 11 CON BASE EN LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

Un grupo de jóvenes está interesado en investigar sobre la ingeniería detrás de la guitarra. Y cómo los diferentes aspectos de su construcción influyen en los distintos sonidos que puede producir. Para iniciar su investigación, los jóvenes empiezan por estudiar el monocordio, que es un instrumento musical antiguo que consiste en una sola cuerda tensada sobre un marco o soporte en forma de caja que sirve al mismo tiempo como amplifcador de sonido (ver Figura 7)

Figura. 7. Construcción propia. Monocordio. adaptada de Bitmoji App.

Durante su estudio, descubren que la frecuencia de una cuerda sonora depende de su longitud, fuerza de tensión y densidad lineal y que estas variables se relacionan mediante la ecuación: $f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$, donde f es la frecuencia de la cuerda sonora, L es la longitud de la cuerda, T es la fuerza de tensión aplicada a la cuerda y μ es la densidad lineal de la cuerda. Con esta información, los jóvenes comprenden que para producir un sonido distinto en un instrumento de cuerda, es necesario variar alguno de estos factores.

10. Considerando lo anterior, ¿Para qué puede ser utilizada la ecuación que determina la frecuencia sonora de una cuerda?
A continuación, se presentan las respuestas de los cuatro investigadores (I):

I1:	Sirve como herramienta para comprender las causas de los diferentes sonidos que se pueden producir en una guitarra.
I2:	Proporciona información esencial sobre las variables a considerar al producir un sonido particular en una cuerda.
I3:	Permite entender la razón por la cual el sonido de una cuerda de guitarra cambia al presionar los trastes a lo largo del brazo de la guitarra.
I4:	Esta ecuación solo es utilizada en contextos teóricos y no tiene aplicación a nivel práctico.

De las anteriores afirmaciones es o son verdaderas

A. I1 y I2
B. I2 y I3
C. Únicamente I4
D. I1, I2 Y I3

11. Los jóvenes, como parte de su investigación, midieron la longitud de la cuerda del monocordio y encontraron que mide 0.8 metros. Posteriormente, pulsaron la cuerda y utilizaron un dispositivo móvil para registrar la frecuencia generada. La frecuencia registrada fue de 200 Hz.

    Suponiendo que la fuerza de tensión y la densidad lineal permanecen constantes, ¿qué cambios realizaría en el experimento para que la frecuencia se duplique?

    A. Disminuir la longitud de la cuerda a la mitad.
    B. Aumentar cuatro veces la longitud de la cuerda.
    C. Pulsar la cuerda con el doble de fuerza.
    D. Es imposible duplicar la frecuencia de una cuerda únicamente modificando su longitud.

12. La flauta dulce es un instrumento musical de viento que ha sido utilizado desde hace miles de años en diferentes culturas y regiones del mundo. Se cree que sus orígenes se remontan a la antigua Grecia, donde era un instrumento muy valorado por su capacidad para producir un sonido melodioso y agradable al oído (ver Figura 8).

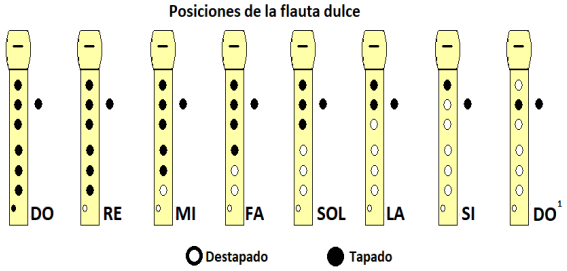


Figura. 8. Ilustración posiciones de la flauta dulce. Adatado de ttps://co.pinterest.com/pin/585608757780001641/

Como proyecto para el Día de la Ciencia, un grupo de estudiantes está investigando los factores que influyen en la construcción de instrumentos musicales. Han decidido centrarse en la flauta dulce y construir una por sí mismos con el objetivo de aprender más sobre su funcionamiento y sonido. Durante el desarrollo del proyecto, se proponen medir inicialmente la frecuencia de los sonidos utilizando un dispositivo móvil mientras tapan o destapan los agujeros. Los resultados se presentan en la siguiente tabla de datos:

Nota	Frecuencia (Hz)
DO	515.63
RE	585.94
MI	656.25
FA	703.13
SOL	773.44
LA	867.19
SI	960.94
DO^1	1 031.26

Con base en la información y en los resultados obtenidos los estudiantes realizan las siguientes afirmaciones:

E1:	Los sonidos agudos se producen cuando la longitud del tubo resonante disminuye mientras que los sonidos graves se obtienen aumentando la longitud del tubo resonante.
E2:	La longitud del tubo resonante dependerá de cuáles agujeros se mantienen tapados o destapados.
E3:	La frecuencia de las notas DO y DO^1 están en proporción 1 a 2

De las anteriores afirmaciones, es o son verdaderas

A. E1, E2 y E3
B. E1 y E2
C. E1 y E3
D. E2 y E3

13. Relacione los conceptos con sus definiciones. Registre los números dentro de los paréntesis ( ) según corresponda:

Tono	Cualidad del sonido que permite identificar cuando un sonido es grave o agudo. ( )
Intensidad	Cantidad de repeticiones de un evento en un período de tiempo determinado ( )
Timbre	Cualidad del sonido que permite distinguir entre sonidos fuertes y sonidos suaves ( )
Periodo	Tiempo que tarda un evento en repetirse ( )
Frecuencia	Cualidad del sonido que permite discernir, diferenciar e identificar la fuente sonora. ( )

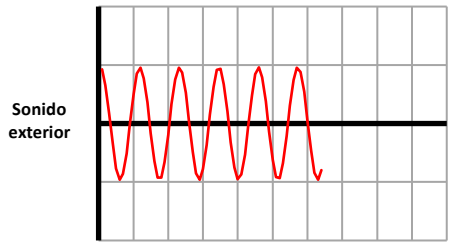
14. A continuación, se presentan las notas musicales en notación alfabética (cifrado americano) y en notación tradicional. Relacione las notas musicales escritas en notación alfabética con las notas escritas en notación tradicional. Registre la letra en el paréntesis según corresponda. Para las dos últimas notas musicales registre el nombre correspondiente en notación tradicional.

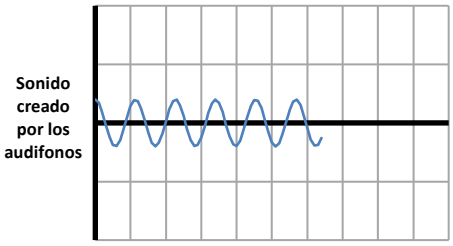
Alfabética	Tradicional
E	LA ( )
A	DO ( )
B	RE ( )
F	MI ( )
C	FA ( )
G	SOL ( )
D	SI ( )
F#	
A♭	

15. A veces, las personas tienen dificultades para disfrutar de la música que escuchan a través de sus audifonos debido al ruido externo que se filtra. Una solución tecnológica para contrarrestar este ruido es el uso de audifonos con cancelación de ruido, que emplean micrófonos para captar el sonido exterior y generar ondas sonoras que anulan dicho ruido. No obstante, la cancelación de ruido requiere energía adicional para funcionar, lo que puede reducir la duración de la batería de los audifonos inalámbricos.

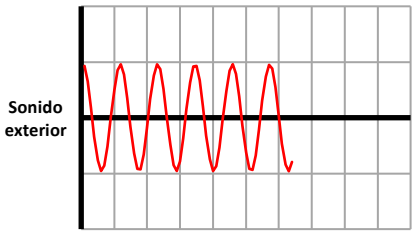
    Considerando la información anterior sobre el funcionamiento de los audífonos con cancelación de ruido, se plantea la siguiente la siguiente situación: Se tienen dos señales, una corresponde al sonido exterior y la otra corresponde al sonido creado por los audífonos para cancelar el ruido exterior. ¿En cuál de las opciones ocurriría la cancelación de ruido?

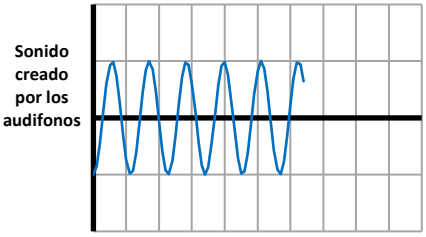
A.


Sonido
exterior

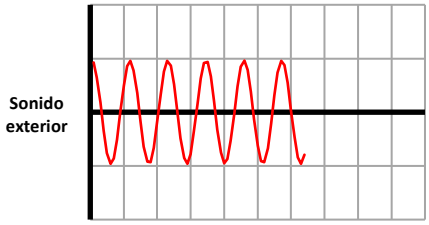

Sonido
creado
por los
audifonos

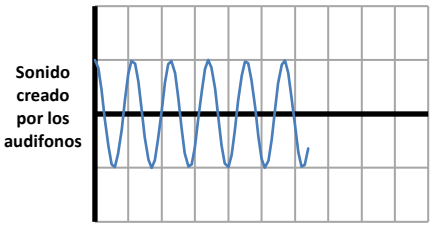
B.


Sonido
exterior

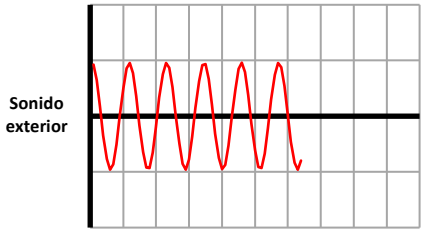

Sonido
creado
por los
audifonos

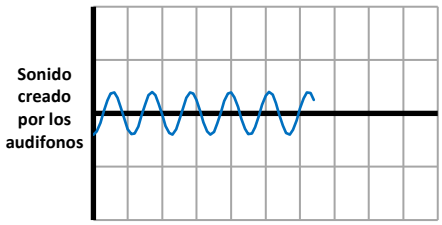
C.


Sonido
exterior


Sonido
creado
por los
audifonos

D.


Sonido
exterior


Sonido
creado
por los
audifonos

C. Secuencia de aprendizaje

Este anexo detalla las actividades desarrolladas por los estudiantes durante las clases y proporciona una visión completa de la secuencia de aprendizaje.

COLEGIO NELSON MANDELA I.E.D
Resolución 08-030 del 22 de abril de 2015
Formación integral desde la filosofía “UBUNTU” para la transformación social
Actividad 1: Sonido música y ruido

Fecha	3/22/2025	Periodo	I	Curso	11	Asignatura	Física	Docente	Juber Edinson Monsalve Meneses

Nombre del estudiante		Rol		Curso	Tiempo
Nombre del estudiante		Rol			
Nombre del estudiante		Rol			100 min
Nombre del estudiante		Rol			

1. ¿Qué diferencia hay entre música y ruido?

2. ¿Qué podemos utilizar para crear música?

3. Realizar la lectura “sonido, música y ruido” y registrar en la tabla tres aprendizajes y tres preguntas respecto a la lectura.

SONIDO, MÚSICA Y RUIDO

¿Te gusta la música? No, supongo que una mejor pregunta es, ¿qué tipo de música te gusta? No creo que a nadie le disguste la música. Sin embargo, algunos padres consideran que la "música" de sus hijos es solo ruido. Del mismo modo, si los niños solo tuvieran la música de sus padres para escuchar, muchos la evitarían de la misma manera que evitan el ruido. Tal vez ese sea un buen lugar para comenzar entonces: el contraste entre la música y el ruido. ¿Existe una diferencia objetiva y física entre música y ruido, o es simplemente un juicio arbitrario? Después de ver la película 8 Millas (2002), la historia semiautobiográfica del famoso rapero Eminem[1], se la recomendé a mucha gente ... pero no a mi madre. Ella lo habría odiado. Para ella, su música es sólo ruido. Sin embargo, si escucha una vieja canción de Buddy Holly[2] (1936-1959),

[1] Rapero Norteamericano de nombre Marshall Bruce Mathers III nacido en 1972

[2] Cantante estadounidense de rock and roll

sus dedos de los pies comienzan a golpear y está lista para bailar. Pero la música de estos dos hombres sería considerada desagradable por mi difunta abuela, que parecía vivir para la música que escuchó en el programa de televisión de Lawrence Welk (1903 - 1992). Puedo apreciar a los tres "artistas" en algún nivel, pero si me preguntas, nada supera a un poco a Bob Dylan[3]. Obviamente, no es fácil definir la diferencia entre ruido y música. Ciertamente existe la presencia del ritmo en los sonidos que llamamos música. A un nivel más sofisticado existe la presencia de tonos que combinan con otros tonos de forma ordenada y ... "agradable". El ruido a menudo se asocia con sonidos muy fuertes, sonidos caóticos que no suenan bien juntos o que de alguna manera son "desagradables" de escuchar. La mayoría estaría de acuerdo en que el martillo neumático que desgarra una parte de la calle es ruido y el sonido proveniente de la música local de bandas no lo es. Pero la distinción es mucho más sutil que eso. Si la música consiste en sonidos con tonos rítmicos de ciertas frecuencias, entonces el martillo neumático podría considerarse un instrumento musical. Después de todo, golpea la calle con una frecuencia muy regular. Y si el ruido consiste en sonidos fuertes, que son desagradables de escuchar, entonces los platillos utilizados para puntuar la interpretación de la banda de música podrían considerarse ruido. Supongo que todos definimos el punto donde la música se convierte en ruido de manera un poco diferente. Tal vez se basa en lo que más escuchamos o en la generación en la que crecemos, un momento no nos apresuremos, debemos tener cuidado de no ser arrogantes como lo fui hace un momento cuando hablé de sonidos "agradables". John Bertles de Bash the Trash (una compañía dedicada a la construcción y ejecución de instrumentos musicales a partir de materiales reciclados: se apresuró a advertirme cuando utilicé la palabra "agradable" para describir el sonido musical. La música que es agradable a una persona puede no ser agradable a los demás. Bertles utiliza la definición de *intención* en lugar de agradable cuando se habla de sonido musical. Da el ejemplo de una serie de coches que hacen sonar sus bocinas caóticamente en la intersección. El sonido sería considerado ruido para la mayoría de las personas. Pero la razón del ruido no es tanto el origen del sonido, sino la falta de intención de organizar los sonidos de las bocinas. Si alguien en la intersección dirigiera las bocinas del automóvil para que emitieran un pitido en momentos particulares y durante períodos específicos, el ruido se convertiría en algo más estrechamente relacionado con la música. Y nadie puede negar que ya sea Eminem, Buddy Holly, Lawrence Welk o Bob Dylan, todos crean sus sonidos grabados particulares con intención.

Lapp, D. R. (2003). The Physics of Music and Musical Instruments. T. U. Wright Center for Innovative Science Education (Ed.). Recuperado en 2023.

Registren 2 aprendizajes acerca de la lectura “sonido, música y ruido”
Registren 2 preguntas con base en la lectura “sonido, música y ruido” o sobre el tema

[3] cantautor y músico estadounidense, ganador del premio nobel de literatura en 2016

Actividad exploratoria: recreen una canción de su preferencia utilizando sonidos de la vida cotidiana, como golpes en su propio cuerpo, voces, silbidos, chasquidos de sus dedos, etc. También experimenten con objetos no convencionales (como latas, botellas, tubos etc.) para descubrir diferentes sonidos.

Nombre de la canción:
Registren sus observaciones respecto a la musicalización de la canción

Escojan entre la musicalización mediante el cuerpo o la realizada con objetos no convencionales, y preparen una presentación para exponer a sus compañeros(as).

Registren sus observaciones respecto a la musicalización de la canción

COLEGIO NELSON MANDELA I.E.D
Resolución 08-030 del 22 de abril de 2015
Formación integral desde la filosofía “UBUNTU” para la transformación social
Actividad 2: Actividad exploratoria el monocordio

Fecha	3/22/2025	Periodo	I	Curso	11	Asignatura	Física	Docente	Juber Edinson Monsalve Meneses
Nombre del estudiante							Curso		Tiempo 15 min

Hoja de predicciones individuales

Instrucciones: Estas hojas serán recogidas en cualquier momento por el profesor. Por favor, escriba su nombre para registrar su asistencia y participación. Tenga en cuenta que sus predicciones no serán tomadas en cuenta en la evaluación. Siga las instrucciones del docente. Puede escribir sus comentarios en la hoja de resultados adjunta y llevarla consigo para futuros estudios. El tiempo disponible para registrar sus predicciones es de 15 minutos.

La música se puede entender como una combinación de sonidos que tiene la capacidad de generar una amplia gama de emociones en quienes la escuchan. Nuestro cerebro percibe la mezcla de notas y acordes, algunas de estas combinaciones sonoras resultan agradables y armónicas, mientras que otras no lo son.

Pitágoras de Samos (570 a.C. - 495 a.C.) es reconocido como uno de los pioneros en la investigación de las razones por las cuales algunos sonidos, al combinarse, producen una sensación agradable. Para indagar en estas causas, utilizó un instrumento musical conocido como monocordio.

A continuación, se presenta una recreación sencilla de un monocordio, este consta de una cuerda, una tabla, dos tornillos y dos puentes los cuales hacen que la cuerda quede levantada de la superficie de la tabla (ver Figura.1 1). En el monocordio, es posible llevar a cabo diversas experiencias. Por ejemplo, es posible ajustar la fuerza de tensión aplicada a la cuerda, ya sea incrementándola o reduciéndola. Además, se tiene la opción de modificar la longitud de la cuerda.

Actividad exploratoria el monocordio

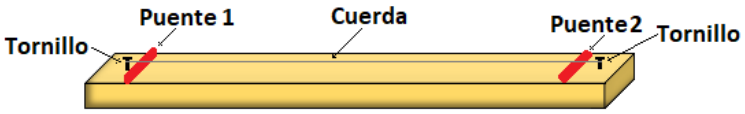


Figura.1 Monocordio elaboración propia

1. Suponga que en un primer momento pulsa la cuerda en el monocordio y escucha el sonido que se produce. Posteriormente, en un segundo momento, coloca unos puentes de mayor grosor. ¿Qué sucedería con el sonido al pulsar la cuerda?

2. ¿Qué sucedería con el sonido al añadir un tercer puente que se desplaza desde el puente 1 de izquierda a derecha a lo largo del monocordio mientras se pulsa la cuerda?

3. ¿Qué efecto tendría modificar el grosor de la cuerda en el sonido que se genera?

4. Supongamos que tiene a su disposición un monocordio y dos cajas de cartón de distintos tamaños (ver Figura. 2) para llevar a cabo los siguientes experimentos:

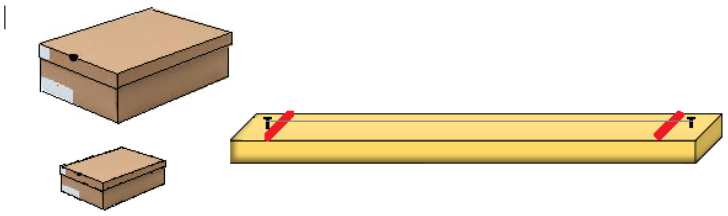


Figura. 2 Construcción propia. Monocordio y dos cajas de diferentes tamaños

Experimento 1: Coloque la caja más grande debajo del monocordio, pulse la cuerda y escuche el sonido resultante.

Experimento 2: A continuación, coloque la caja más pequeña debajo del monocordio, pulse la cuerda y escuche el sonido.

Experimento 3: En el tercer experimento, utilice solo el monocordio. Pulse la cuerda y escuche el sonido que se genera.

Después de haber escuchado atentamente los tres sonidos y comparar sus características, ¿Cuáles serían sus consideraciones respecto a estos sonidos?

Nombre del(a) estudiante		Curso	Grupo	Tiempo 25 min
Nombre del(a) estudiante				
Nombre del(a) estudiante				

Hoja de predicciones grupales

Instrucciones: Los estudiantes discutirán en grupos de trabajo las predicciones individuales que previamente hayan registrado, llegarán a conclusiones sobre las mismas, describirán lo que esperan escuchar en cada caso y designarán a un relator que se encargará de compartir las predicciones del grupo. Todo esto se llevará a cabo en un plazo de 25 minutos.

La música se puede entender como una combinación de sonidos que tiene la capacidad de generar una amplia gama de emociones en quienes la escuchan. Nuestro cerebro percibe la mezcla de notas y acordes, algunas de estas combinaciones sonoras resultan agradables y armónicas, mientras que otras no lo son.

Pitágoras de Samos (570 a.C. - 495 a.C.) es reconocido como uno de los pioneros en la investigación de las razones por las cuales algunos sonidos, al combinarse, producen una sensación agradable. Para indagar en estas causas, utilizó un instrumento musical conocido como monocordio.

A continuación, se presenta una recreación sencilla de un monocordio, este consta de una cuerda, una tabla, dos tornillos y dos puentes los cuales hacen que la cuerda quede levantada de la superficie de la tabla (ver Figura. 1). En el monocordio, es posible llevar a cabo diversas experiencias. Por ejemplo, es posible ajustar la fuerza de tensión aplicada a la cuerda, ya sea incrementándola o reduciéndola. Además, se tiene la opción de modificar la longitud de la cuerda.

Actividad exploratoria el monocordio

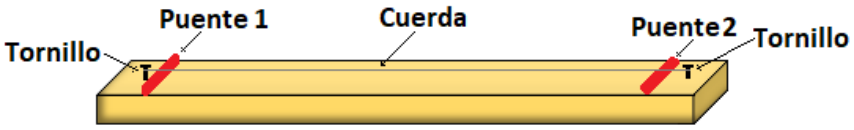


Figura. 1 monocordio

Predicciones grupales (tiempo 25 min)

1. Suponga que en un primer momento pulsa la cuerda en el monocordio y escucha el sonido que se produce. Posteriormente, en un segundo momento, coloca unos puentes de mayor grosor. ¿Qué sucedería con el sonido al pulsar la cuerda?

2. ¿Qué sucedería con el sonido al añadir un tercer puente que se desplaza desde el puente 1 de izquierda a derecha a lo largo del monocordio mientras se pulsa la cuerda?

3. ¿Qué efecto tendría modificar el grosor de la cuerda en el sonido que se genera?

4. Supongamos que tiene a su disposición un monocordio y dos cajas de cartón de distintos tamaños (ver Figura. 2) para llevar a cabo los siguientes experimentos:

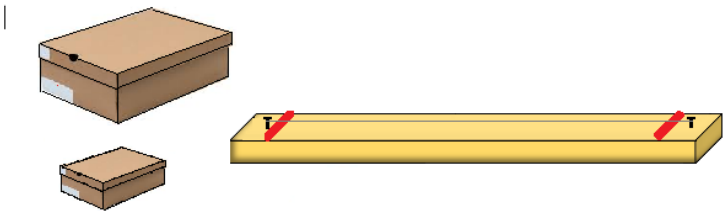


Figura. 2 construcción propia. Monocordio y dos cajas de diferentes tamaños

Experimento 1: Coloque la caja más grande debajo del monocordio, pulse la cuerda y escuche el sonido resultante.

Experimento 2: A continuación, coloque la caja más pequeña debajo del monocordio, pulse la cuerda y escuche el sonido.

Experimento 3: En el tercer experimento, utilice solo el monocordio. Pulse la cuerda y escuche el sonido que se genera.

Después de haber escuchado atentamente los tres sonidos y comparar sus características, ¿Cuáles serían sus consideraciones respecto a estos sonidos?

Nombre del(a) estudiante		Rol		Curso	Grupo	Tiempo 20 min
Nombre del(a) estudiante		Rol				
Nombre del(a) estudiante		Rol				

Hoja de resultados

Instrucciones: Mediante el desarrollo de la práctica, registren las observaciones que respondan a las preguntas planteadas. Luego, discutan los resultados teniendo en cuenta las predicciones grupales que se han concluido previamente, comparando lo predicho con lo que ocurre en el experimento. Para llevar a cabo este proceso, disponen de un plazo de 20 minutos.

La música se puede entender como una combinación de sonidos que tiene la capacidad de generar una amplia gama de emociones en quienes la escuchan. Nuestro cerebro percibe la mezcla de notas y acordes, algunas de estas combinaciones sonoras resultan agradables y armónicas, mientras que otras no lo son.

Pitágoras de Samos (570 a.C. - 495 a.C.) es reconocido como uno de los pioneros en la investigación de las razones por las cuales algunos sonidos, al combinarse, producen una sensación agradable. Para indagar en estas causas, utilizó un instrumento musical conocido como monocordio.

A continuación, se presenta una recreación sencilla de un monocordio, este consta de una cuerda, una tabla, dos tornillos y dos puentes los cuales hacen que la cuerda quede levantada de la superficie de la tabla (ver Figura 1). En el monocordio, es posible llevar a cabo diversas experiencias. Por ejemplo, es posible ajustar la fuerza de tensión aplicada a la cuerda, ya sea incrementándola o reduciéndola. Además, se tiene la opción de modificar la longitud de la cuerda.

Actividad exploratoria el monocordio

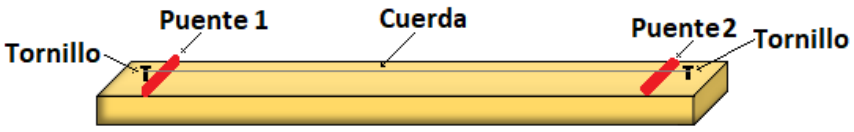


Figura. 1 monocordio. Elaboración propia.

1. Pulse la cuerda del monocordio y escuche el sonido que produce. Luego, coloque unos puentes de mayor grosor y vuelva a pulsar la cuerda. ¿Qué sucedió con el sonido al pulsar la cuerda? Compare los dos sonidos.

2. ¿Qué sucede con la cuerda del monocordio al cambiar los puentes por unos de mayor grosor?

3. ¿Qué ocurre con el sonido al añadir un tercer puente que se desplaza desde el puente 1 de izquierda a derecha a lo largo del monocordio mientras se pulsa la cuerda?

4. ¿Qué efecto tiene modificar el grosor de la cuerda en el sonido que se genera?

5. Supongamos que tiene a su disposición un monocordio y dos cajas de cartón de distintos tamaños (ver Figura.) para llevar a cabo los siguientes experimentos:

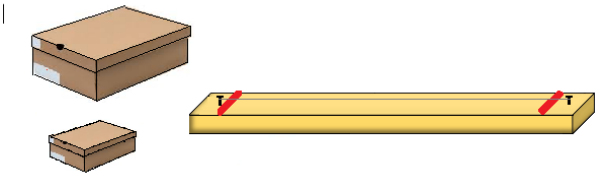


Figura. 2 construcción propia. Monocordio y dos cajas de diferentes tamaños

Experimento 1: Coloque la caja más grande debajo del monocordio, pulse la cuerda y escuche el sonido resultante.

Experimento 2: A continuación, coloque la caja más pequeña debajo del monocordio, pulse la cuerda y escuche el sonido.

Experimento 3: En el tercer experimento, utilice solo el monocordio. Pulse la cuerda y escuche el sonido que se genera.

Después de haber escuchado atentamente los tres sonidos y comparar sus características, ¿Cuáles serían sus consideraciones respecto a estos sonidos?

Registren 2 conclusiones respecto al trabajo experimental
Registre 1 aprendizaje
Registre 1 pregunta

COLEGIO NELSON MANDELA I.E.D
Resolución 08-030 del 22 de abril de 2015
Formación integral desde la filosofía “UBUNTU” para la transformación social
Actividad 3: Proporciones armónicas en la guitarra

Fecha	3/22/2025	Periodo	I	Curso	11	Asignatura	Física	Docente	Juber Edinson Monsalve Meneses

Nombre del estudiante		Rol		Curso	Tiempo
Nombre del estudiante		Rol			20 min
Nombre del estudiante		Rol			

Proporciones armónicas en la guitarra

Pitágoras de Samos (570 a.C. – 495 a.C.) realizó experimentos con el monocordio y descubrió que algunos sonidos resultaban armoniosos. Él notó que esto se debía a que seguían un orden matemático determinado por la longitud de la cuerda que vibraba. Pitágoras encontró que cuando una cuerda se divide en secciones que guardan una proporción matemática entre sí, las vibraciones resultantes producen sonidos agradables al oído humano.

Estos descubrimientos de Pitágoras sentaron las bases para el estudio de la acústica y la teoría musical. Su comprensión de las proporciones matemáticas en la música no solo se limitó al monocordio, sino que también contribuyó al análisis de otros instrumentos, como la guitarra.

A continuación, realizaremos una serie de mediciones con el objetivo de identificar algunas de estas proporciones y su relación con la frecuencia del sonido generado.

En esta actividad, se utilizará una guitarra (ver Figura.) y una tableta con la aplicación PhyPhox configurada en la opción de espectro de audio para capturar el sonido y realizar mediciones de frecuencia.

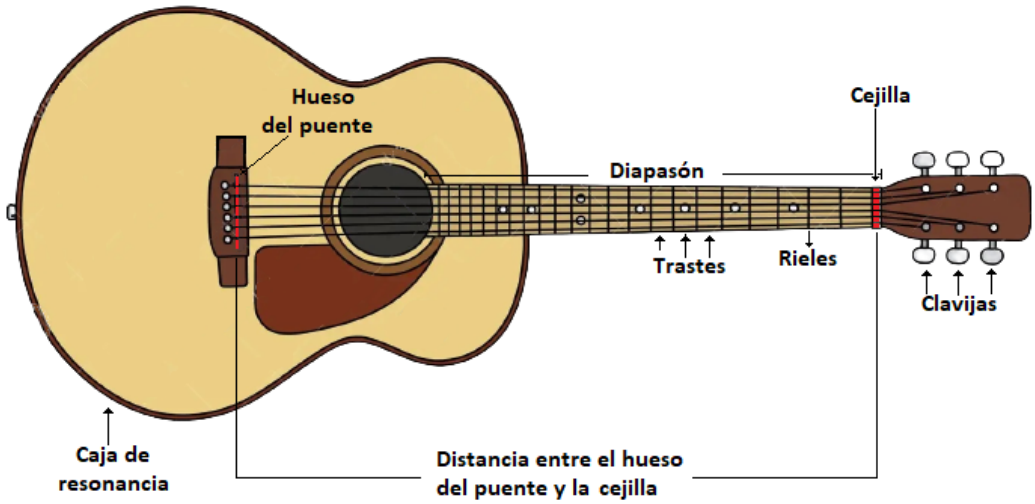


Figura. 1 la guitarra y algunas de sus partes

Procedimiento:

Experiencia 1: Mida la distancia entre el hueso del puente y la cejilla, luego pulse la primera cuerda y con ayuda de la aplicación PhyPhox mida la frecuencia. (registre los resultados en la Tabla)

Experiencia 2: Mida la distancia desde el hueso del puente hasta el riel número 12, presione la primera cuerda contra el diapasón en el traste 12 y utilice la aplicación PhyPhox para medir la frecuencia. (registre los resultados en la Tabla)

Tabla 1 Resultados de las experiencias 1 y 2

Experiencia	Longitud de la cuerda resonante (cm)	Frecuencia promedio (Hz)
1		
2		

Al observar y comparar los resultados obtenidos en las experiencias uno y dos, ¿encuentra alguna relación matemática o proporción entre las longitudes de la cuerda?

¿encuentra alguna relación matemática o proporción entre los valores medidos de las frecuencias? Al pulsar la cuerda al aire y luego hacerlo cuando esta está pisada en el traste 12, ¿qué diferencias hay en el sonido?

Experiencia 3: Mida la distancia desde el hueso del puente hasta el riel número 7, presione la primera cuerda contra el diapasón en el traste 7 y utilice la aplicación para medir la frecuencia.(registre los resultados en la Tabla)

Tabla 2 Resultados de las experiencias 1 y 3

Experiencia	Longitud de la cuerda resonante (cm)	Frecuencia promedio (Hz)
1		
3		

Al observar y comparar los resultados obtenidos en las experiencias uno y tres, ¿encuentra alguna relación matemática o proporción entre las longitudes de la cuerda?

¿encuentra alguna relación matemática o proporción entre los valores medidos de las frecuencias? Al pulsar la cuerda al aire y luego hacerlo cuando esta está pisada en el traste 7, ¿qué diferencias hay en el sonido?

Experiencia 4: Mida la distancia desde el hueso del puente hasta el riel número 5, presione la primera cuerda contra el diapasón en el traste 5 y utilice la aplicación para medir la frecuencia. (registre los resultados en la Tabla 3)

Tabla 3 Resultados de las experiencias 1 y 4

Experiencia	Longitud de la cuerda resonante (cm)	Frecuencia promedio (Hz)
1		
4		

Al observar y comparar los resultados obtenidos en las experiencias uno y cuatro, ¿encuentra alguna relación matemática o proporción entre las longitudes de la cuerda?

¿encuentra alguna relación matemática o proporción entre los valores medidos de las frecuencias? Al pulsar la cuerda al aire y luego hacerlo cuando esta está pisada en el traste 12, ¿qué diferencias hay en el sonido?

Tabla 4 Resultados de las experiencias 1, 2, 3 y 4

Experiencia	Longitud de la cuerda resonante (cm)	Frecuencia promedio (Hz)
1		
4		
3		
2		

Observe los resultados registrados en la Tabla ¿Qué ocurre con la frecuencia del sonido a medida que la longitud de la cuerda resonante disminuye?

Registren 1 conclusión respecto a este trabajo experimental

COLEGIO NELSON MANDELA I.E.D
Resolución 08-030 del 22 de abril de 2015
Formación integral desde la filosofía “UBUNTU” para la transformación social
Actividad 4: El ruido en el entorno escolar

Fecha	3/22/2025	Periodo	I	Curso	11	Asignatura	Física	Nombre del Docente	Juber Edinson Monsalve Meneses

Nombre del estudiante		Rol		Curso	Tiempo
Nombre del estudiante		Rol			20 min
Nombre del estudiante		Rol			

El ruido en el entorno escolar

El ruido excesivo en los entornos escolares acarrea graves consecuencias tanto para los estudiantes como para los profesores (Páramo, 2020, pág. 77). Su impacto trasciende la mera dificultad de comunicación, afectando múltiples aspectos de la vida académica. En el caso de los estudiantes, se generan problemas en la atención y el aprendizaje, lo que puede tener repercusiones a largo plazo en su salud física y mental. El constante y excesivo ruido dificulta el procesamiento de la información, limita la retención de conocimientos y obstaculiza la adquisición de nuevas habilidades (González Sánchez, 2014). Además, se ha observado que puede aumentar el comportamiento agresivo en algunas personas (Páramo, 2020, págs. 76, 77).

Otro aspecto importante es que el ruido interfiere en la interacción social de los estudiantes, dificultando la colaboración y el trabajo en equipo (González Sánchez, 2014, págs. 402-410). Asimismo, afecta negativamente la relación entre profesores y estudiantes, ya que entorpece la comunicación y compromete la calidad de la enseñanza (González Sánchez, 2014, págs. 402-410).

Por otro lado, los docentes también experimentan las consecuencias del ruido en el entorno escolar. El exceso de ruido les provoca agotamiento, estrés, irritabilidad, fatiga auditiva, trastornos del sueño y puede afectar su audición a largo plazo. Además, existe el riesgo de que desarrollen patologías vocales debido a estas condiciones adversas (Páramo, 2020, págs. 80-81).

1. Basándose en la lectura previa, ¿qué aspectos de los mencionados en el texto creen que afectan de manera más significativa a los docentes y estudiantes de nuestro colegio?

2. Manténganse en silencio durante unos minutos para identificar las fuentes de ruido presentes en el entorno. Después, piensen en posibles soluciones para reducir o eliminar dicho ruido. Finalmente, completen la tabla correspondiente.

Fuentes de ruido	Posibles soluciones

3. ¿qué características o factores específicos cree que son determinantes para que un sonido sea percibido como ruido en un determinado contexto.

4. Un volumen excesivo puede causar molestias e incluso dolor en aquellos que lo escuchan. ¿Qué estrategias utilizarías para atenuar los riesgos para la salud auditiva en caso de no contar con la opción de disminuir el volumen de la fuente?

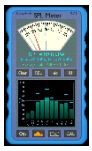
Laboratorio “Explorando lo que ocurre cuando nos alejarnos de una fuente de sonido”

Materiales	Cantidad
Tableta	2
Hoja milimetrada	1

Materiales	Cantidad
metro de costura	1
Cinta transparente	1

Procedimiento

1. Coloca el metro sobre la mesa y asegúralo con cinta adhesiva para evitar que se desplace.



2. Configure en la tableta 1 (fuente sonora) con la aplicación Function Generator y realice los siguientes ajustes:

Edit- CH1	Wave Form -	Enter Value – 1000 Hz	Noise - White
Modulation FM	Output – Left – Right	Para escuchar el sonido oprima en Output - Out	

3. Configure en la tableta 2 (receptor del sonido) con la aplicación SPL meter y realice los siguientes ajustes:

Seleccione el diagrama de barras	Utilice la tecla CLEAR para borrar	Registre los valores SPL

4. Ubique el micrófono de la tableta 2 (receptor del sonido) y colóquelo en la posición 0 cm del metro. (está tableta permanecerá sin moverse de ese lugar, además el micrófono debe quedar direccionado para escuchar el sonido que se genera en la tableta 1).

5. Ubique la tableta 1 (fuente sonora) en la posición 1 cm y el altavoz debe apuntar hacia el micrófono de la tableta 2. (El altavoz de la tableta 1 se ira alejando del receptor de la tableta 2 según los valores que se indican en la Tabla 1)

Figura. 1 construcción propia. Experimento sobre nivel de intensidad sonora. Adaptada de la aplicación Bitmoji App

6. Realice las mediciones del nivel de intensidad sonora (SPL) a medida que cambia la distancia entre la fuente sonora y el receptor de sonido.

Tabla 1 Resultados experimentales del nivel de presión sonora en función de la distancia.

Distancia (cm)	Nivel de intensidad SPL (dB)
1	
1.5	
2	
3	
4.5	
5	
6	
9	
12	
15	
16	
17	
18	
19.5	
20	

7. Construya en la hoja milimetrada un gráfico de puntos en donde se muestre el comportamiento del Nivel de intensidad sonora vs la distancia.

Recorte y pegue el grafico en este espacio

8. Analicen cuidadosamente el gráfico y examinen su comportamiento. Luego, procedan a realizar una descripción detallada del mismo. Por último, respondan la siguiente pregunta, ¿Qué tipo de relación proporcional identifica entre las variables de estudio, en este caso, el nivel de intensidad y la distancia?

COLEGIO NELSON MANDELA I.E.D
Resolución 08-030 del 22 de abril de 2015
Formación integral desde la filosofía “UBUNTU” para la transformación social
Actividad 5: Explorando el sonido: una actividad sensorial en la clase de ciencias

Fecha	3/22/2025	Periodo	I	Curso	11	Asignatura	Física	Docente	Juber Edinson Monsalve Meneses
Nombre del estudiante						Curso		Tiempo 15 min	

Hoja de predicciones individuales

Instrucciones: Estas hojas serán recogidas en cualquier momento por el profesor. Por favor, escriba su nombre para registrar su asistencia y participación. Tenga en cuenta que sus predicciones no serán tomadas en cuenta en la evaluación. Siga las instrucciones del docente. Puede escribir sus comentarios en la hoja de resultados adjunta y llevarla consigo para futuros estudios. El tiempo disponible para registrar sus predicciones es de 15 minutos.

Explorando el sonido: una actividad sensorial en la clase de ciencias

Dentro del contexto de una clase de ciencias, se propone una actividad que involucra la participación de dos grupos de estudiantes, los cuales son organizados en una formación concéntrica. El grupo localizado en el círculo interior lleva a cabo la actividad con los ojos vendados, mientras que el círculo exterior no tiene esta restricción sensorial. Estos últimos tienen a su disposición una diversidad de objetos, incluyendo una lata de gaseosa, una caja de cartón, una botella de vidrio, un empaque de papas, una flauta, un ukelele y una hoja de papel. Utilizando únicamente estos objetos y apoyándose exclusivamente en el uso de sus manos, los estudiantes del círculo exterior generan diferentes sonidos.

Figura. 1 diseño propio. Escuchar sin ver. Adaptada de la aplicación Bitmoji App.

Con base en el contexto anterior responda a los siguientes interrogantes:

1. Supongamos que solo uno de los estudiantes en el círculo exterior hace sonar uno de los objetos mencionados mientras usted se encuentra en el círculo interior. ¿Qué información puede inferir usted acerca del sonido producido?

2. Imaginemos que ahora dos estudiantes en el círculo exterior hacen sonar dos objetos diferentes al mismo tiempo mientras usted se encuentra en el círculo interior. ¿Qué información puede inferir usted acerca de los sonidos producidos?

3. Imaginemos que, en un momento dado, cinco estudiantes en el círculo exterior hacen sonar simultáneamente los siguientes objetos: una lata de gaseosa, una caja de cartón, una botella de vidrio, un empaque de papas y un ukelele, mientras usted se encuentra en el círculo interior. ¿Qué información puede inferir usted acerca de los sonidos producidos?

Nombre del(a) estudiante		Curso	Grupo	Tiempo 20 min
Nombre del(a) estudiante				
Nombre del(a) estudiante				

Hoja de predicciones grupales

Instrucciones: Los estudiantes discutirán en grupos de trabajo las predicciones individuales que previamente hayan registrado, llegarán a conclusiones sobre las mismas, describirán lo que esperan escuchar en cada caso y designarán a un relator que se encargará de compartir las predicciones del grupo. Todo esto se llevará a cabo en un plazo de 20 minutos.

Explorando el sonido: una actividad sensorial en la clase de ciencias

Dentro del contexto de una clase de ciencias, se propone una actividad que involucra la participación de dos grupos de estudiantes, los cuales son organizados en una formación concéntrica. El grupo localizado en el círculo interior lleva a cabo la actividad con los ojos vendados, mientras que el círculo exterior no tiene esta restricción sensorial. Estos últimos tienen a su disposición una diversidad de objetos, incluyendo una lata de gaseosa, una caja de cartón, una botella de vidrio, un empaque de papas, una flauta, un ukelele y una hoja de papel. Utilizando únicamente estos objetos y apoyándose exclusivamente en el uso de sus manos, los estudiantes del círculo exterior generan diferentes sonidos.

Figura. 1 diseño propio. Escuchar sin ver. Adaptada de la aplicación Bitmoji App.

Con base en el contexto anterior responda a los siguientes interrogantes:

1. Supongamos que solo uno de los estudiantes en el círculo exterior hace sonar uno de los objetos mencionados mientras usted se encuentra en el círculo interior. ¿Qué información puede inferir usted acerca del sonido producido?

2. Imaginemos que ahora dos estudiantes en el círculo exterior hacen sonar dos objetos diferentes al mismo tiempo mientras usted se encuentra en el círculo interior. ¿Qué información puede inferir usted acerca de los sonidos producidos?

3. Imaginemos que, en un momento dado, cinco estudiantes en el círculo exterior hacen sonar simultáneamente los siguientes objetos: una lata de gaseosa, una caja de cartón, una botella de vidrio, un empaque de papas y un ukelele, mientras usted se encuentra en el círculo interior. ¿Qué información puede inferir usted acerca de los sonidos producidos?

Nombre del(a) estudiante		Rol		Curso	Grupo	Tiempo 15 min
Nombre del(a) estudiante		Rol				
Nombre del(a) estudiante		Rol				

Hoja de resultados

Explorando el sonido: una actividad sensorial en la clase de ciencias

Instrucciones: Mediante el desarrollo de la práctica, registren las observaciones que respondan a las preguntas planteadas. Luego, discutan los resultados teniendo en cuenta las predicciones grupales que se han concluido previamente, comparando lo predicho con lo que ocurre en el experimento. Para llevar a cabo [illegible]n de un plazo de 15 minutos.

Figura. 1 diseño propio. Escuchar sin ver. Adaptada de la aplicación Bitmoji App.

Dentro del contexto de una clase de ciencias, se propone una actividad que involucra la participación de dos grupos de estudiantes, los cuales son organizados en una formación concéntrica. El grupo localizado en el círculo interior lleva a cabo la actividad con los ojos vendados, mientras que el círculo exterior no tiene esta restricción sensorial. Estos últimos tienen a su disposición una diversidad de objetos, incluyendo una lata de gaseosa, una caja de cartón, una botella de vidrio, un empaque de papas, una flauta, un ukelele y una hoja de papel. Utilizando únicamente estos objetos y apoyándose exclusivamente en el uso de sus manos, los estudiantes del círculo exterior generan diferentes sonidos.

Con base en el contexto anterior responda a los siguientes interrogantes:

1. Uno de los estudiantes en el círculo exterior hace sonar uno de los objetos mencionados mientras usted se encuentra en el círculo interior. ¿Qué información puede inferir usted acerca del sonido producido?

2. Dos estudiantes en el círculo exterior hacen sonar dos objetos diferentes al mismo tiempo mientras usted se encuentra en el círculo interior. ¿Qué información puede inferir usted acerca de los sonidos producidos?

3. Cinco estudiantes en el círculo exterior hacen sonar simultáneamente los siguientes objetos: una lata de gaseosa, una caja de cartón, una botella de vidrio, un empaque de papas y un ukelele, mientras usted se encuentra en el círculo interior. ¿Qué información puede inferir usted acerca de los sonidos producidos?

Registren 1 aprendizaje respecto a este trabajo experimental
Registren 1 pregunta respecto a este trabajo experimental

COLEGIO NELSON MANDELA I.E.D
Resolución 08-030 del 22 de abril de 2015
Formación integral desde la filosofía “UBUNTU” para la transformación social
Actividad 6: Comparando sonidos

Fecha	3/22/2025	Periodo	I	Curso	11	Asignatura	Física	Docente	Juber Edinson Monsalve Meneses

Nombre del estudiante		Rol		Curso	Tiempo
Nombre del estudiante		Rol			20 min
Nombre del estudiante		Rol			

Comparando sonidos

Mientras caminaba por el pasillo del colegio, Alejandra, una estudiante de grado décimo, se encontró cerca del lugar donde la banda de música del colegio estaba ensayando. Justo en ese momento, el director de la banda se hizo escuchar con su voz enérgica: “Chicos, por favor, afinen los instrumentos”. Alejandra observó que, en el proceso de afinación, un estudiante tocaba una tecla del piano para que los demás calibraran sus instrumentos musicales.

Figura. 1 comparación de Sonidos entre Diferentes Instrumentos Musicales: Creación propia, Adaptada de la aplicación Bitmoji.

Con base en el contexto anterior responda a los siguientes interrogantes:

1. Suponga que se está afinando una guitarra, un bajo, un violín, una trompeta y un saxofón con la ayuda del piano. El proceso que siguen los músicos implica pulsar una tecla del piano mientras los demás instrumentos van sonando uno tras otro. En este proceso, ¿es factible distinguir e identificar con claridad cada uno de estos sonidos?

2. Si ahora los instrumentos musicales suenan todos al mismo tiempo. ¿es posible distinguir e identificar claramente cada uno de estos sonidos?

Laboratorio “comparando sonidos”

Materiales	Cantidad
Guitarra	1
Tabletas	2

Materiales	Cantidad
Piano electrónico	1
Flauta	1

Procedimiento:

Cada grupo de tres estudiantes contará con dos tabletas, que se utilizarán para capturar información acerca del sonido, específicamente las distintas frecuencias generadas por un instrumento musical.

Los estudiantes abrirán la aplicación PhyPhox en sus tabletas y seleccionarán la opción “Espectro de audio”. Al activar el botón de ejecución (►), grabarán de manera independiente el sonido generado por dos instrumentos musicales distintos. Por ejemplo, una tableta capturará el sonido de la guitarra, mientras que la otra registrará el sonido del piano.

Una vez registrada la información en la aplicación, los estudiantes podrán visualizar una gráfica titulada “Transformada de Fourier”. En esta gráfica, podrán identificar los diferentes máximos. Para mejorar la visualización, tendrán la opción de ajustar la escala de la gráfica. Para hacerlo, deberán tocar la pantalla en el área del gráfico y, en la parte inferior se activará la opción “panorámica y zoom”. En este mismo sector, también encontrarán la opción “seleccionar datos [•]”.

A continuación, al seleccionar los diferentes máximos en la gráfica, podrán visualizar los valores correspondientes a la frecuencia y a la magnitud. Ajusten la gráfica para que pueda ser observada en su totalidad utilizando la opción “panorámica y zoom”. Identifiquen el pico más alto y, posteriormente, activen la opción “seleccionar datos”. Tomando este pico como referencia, registren los valores de (frecuencia, magnitud) de los diez máximos más notorios.

Tabla de resultados experimentales – Valores de frecuencia para una misma nota musical generada por dos instrumentos musicales diferentes.

Nombre del instrumento musical _____	
Frecuencia (Hz)	Magnitud (u.a)

Nombre del instrumento musical _____	
Frecuencia (Hz)	Magnitud (u.a)

Compare los valores de frecuencia registrados para cada instrumento musical. Utilizando un resaltador, marque los valores de frecuencia que se repiten, sin importar su ubicación en la tabla.

1. ¿Qué significado puede tener el hecho de que existan valores de frecuencia que se repitan a pesar de ser interpretados con diferentes instrumentos musicales?

2. ¿Qué significado puede tener el hecho de que existan valores de frecuencia diferentes?

3. ¿Qué significado puede tener que, al comparar las parejas ordenadas (frecuencia, magnitud), algunos de los valores de la frecuencia coinciden mientras que los valores de la magnitud difieren?

Registren 1 conclusión respecto a este experimento
Registren 1 aprendizaje respecto a este experimento
Registren 1 pregunta respecto a este experimento

COLEGIO NELSON MANDELA I.E.D
Resolución 08-030 del 22 de abril de 2015
Formación integral desde la filosofía “UBUNTU” para la transformación social
Actividad 7: Prueba de sonido

Fecha	3/22/2025	Periodo	I	Curso	11	Asignatura	Física	Docente	Juber Edinson Monsalve Meneses
Nombre del estudiante						Curso		Tiempo 15 min	

Hoja de predicciones individuales

Instrucciones: Estas hojas serán recogidas en cualquier momento por el profesor. Por favor, escriba su nombre para registrar su asistencia y participación. Tenga en cuenta que sus predicciones no serán tomadas en cuenta en la evaluación. Siga las instrucciones del docente. Puede escribir sus comentarios en la hoja de resultados adjunta y llevarla consigo para futuros estudios. El tiempo disponible para registrar sus predicciones es de 10 minutos.

Prueba de sonido

En una prueba de sonido para un concierto, se colocan dos parlantes en cada extremo del escenario y se emite un sonido de una única frecuencia. Su tarea consiste en recorrer el escenario para verificar las características del sonido.

Figura. 1 creación propia Prueba de sonido. Adaptada de la aplicación Bitmoji

1. Si, al principio, solo se enciende un parlante y usted camina desde este parlante hasta el otro extremo del escenario, ¿cómo cree que será el sonido que escuchará a medida que se va desplazando?

2. Si ahora se encienden los 2 parlantes y repite el recorrido, ¿cómo cree que será el sonido percibido por usted?

Nombre del(a) estudiante		Rol		Curso	Grupo	Tiempo 20 min
Nombre del(a) estudiante		Rol				
Nombre del(a) estudiante		Rol				

Hoja de predicciones grupales

Instrucciones: Los estudiantes discutirán en grupos de trabajo las predicciones individuales que previamente hayan registrado, llegarán a conclusiones sobre las mismas, describirán lo que esperan escuchar en cada caso y designarán a un relator que se encargará de compartir las predicciones del grupo. Todo esto se llevará a cabo en un plazo de 20 minutos.

Figura. 1 creación propia Prueba de sonido. Adaptada de la aplicación Bitmoji

Prueba de sonido

En una prueba de sonido para un concierto, se colocan dos parlantes en cada extremo del escenario y se emite un sonido de una única frecuencia. Su tarea consiste en recorrer el escenario para verificar las características del sonido.

1. Si, al principio, solo se enciende un parlante y usted camina desde este parlante hasta el otro extremo del escenario, ¿cómo cree que será el sonido que escuchará a medida que se va desplazando?

2. Si ahora se encienden los 2 parlantes y repite el recorrido, ¿cómo cree que será el sonido percibido por usted?

Nombre del(a) estudiante		Rol		Curso	Grupo	Tiempo 25 min
Nombre del(a) estudiante		Rol				
Nombre del(a) estudiante		Rol				

Hoja de resultados

Instrucciones: Mediante el desarrollo de la práctica, registren las observaciones que respondan a las preguntas planteadas. Luego, discutan los resultados teniendo en cuenta las predicciones grupales que se han concluido previamente, comparando lo predicho con lo que ocurre en el experimento. Para llevar a cabo este proceso, disponen de un plazo de 25 minutos.

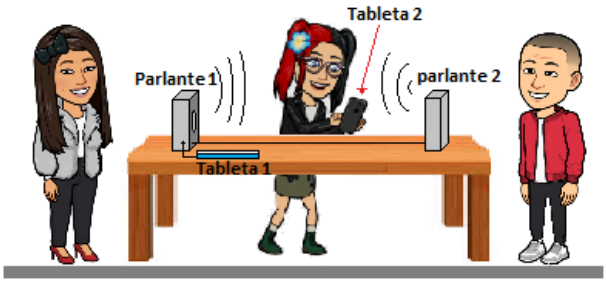


Figura. 1 creación propia Experimento prueba de sonido. Adaptada de la aplicación Bitmoji

Prueba de sonido

En una prueba de sonido para un concierto, se colocan dos parlantes en cada extremo del escenario y se emite un sonido de una única frecuencia. Su tarea consiste en recorrer el escenario para verificar las características del sonido.

1. Experiencia 1: Solo suena el parlante 1 y usted camina hasta el parante 2, ¿describa cómo es el sonido que usted escucha a medida que se va desplazando?

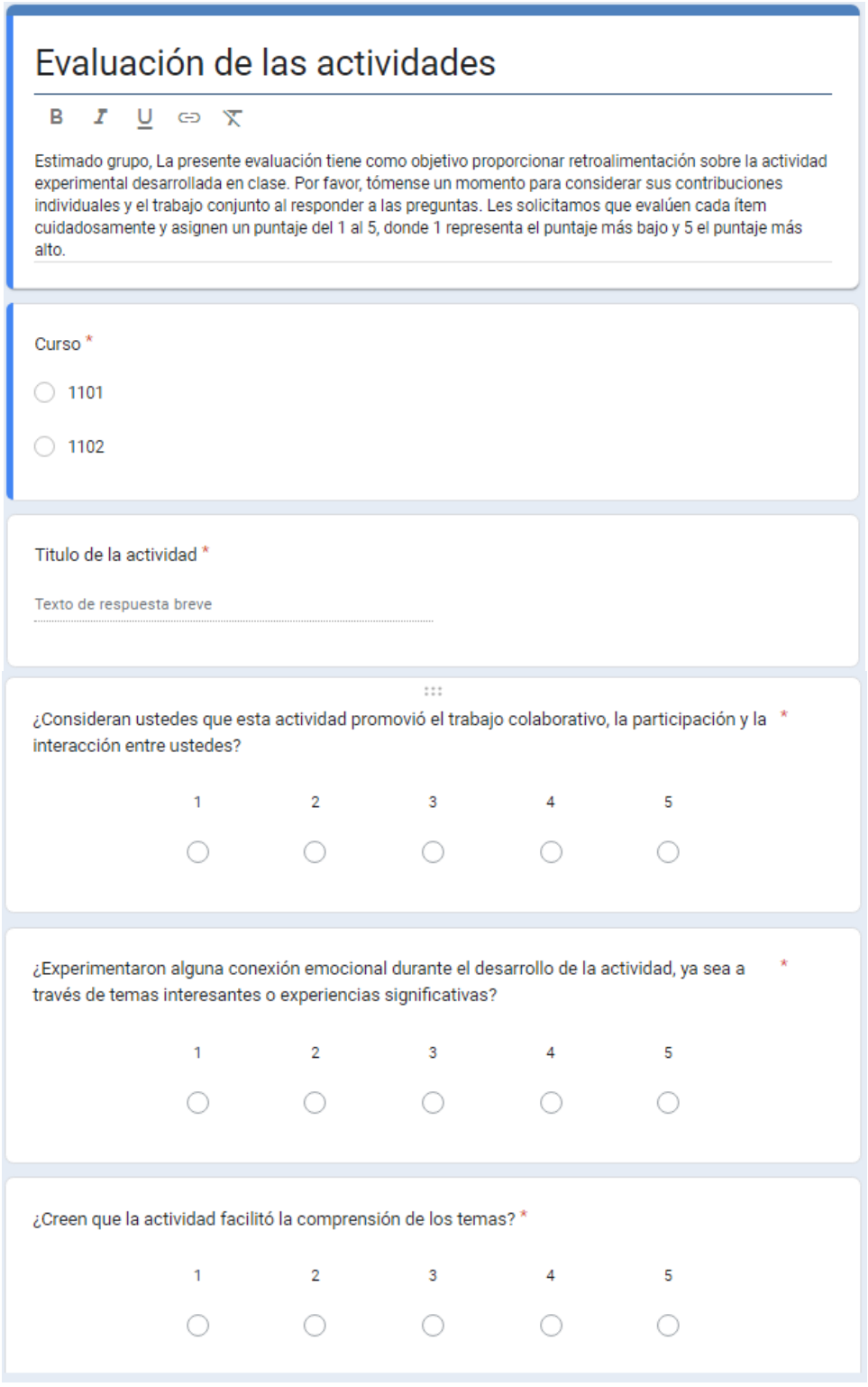
2. Experiencia 2: Suenan los dos parlantes al mismo tiempo, ¿describa cómo es el sonido que usted escucha a medida que se va desplazando?

3. Experiencia 3: Los dos parlantes emiten sonido simultáneamente mientras usted se desplaza. Con la ayuda de la Tablet 2 y utilizando la aplicación *PhyPhox* en la función de *visualizador de audio*, registra la intensidad del sonido. ¿Podría describir cómo se comporta gráficamente la intensidad del sonido a medida que se desplaza?

Registren 1 aprendizaje respecto a este experimento
Registren 1 pregunta respecto a este experimento

D. Cuestionario para la heteroevaluación

Este anexo presenta el cuestionario utilizado para la heteroevaluación, completado por cada grupo participante en cada una de las actividades que conforman la secuencia de aprendizaje.



Evaluación de las actividades

Estimado grupo, La presente evaluación tiene como objetivo proporcionar retroalimentación sobre la actividad experimental desarrollada en clase. Por favor, tómense un momento para considerar sus contribuciones individuales y el trabajo conjunto al responder a las preguntas. Les solicitamos que evalúen cada ítem cuidadosamente y asignen un puntaje del 1 al 5, donde 1 representa el puntaje más bajo y 5 el puntaje más alto.

Curso *

1101

1102

Titulo de la actividad *

Texto de respuesta breve

¿Consideran ustedes que esta actividad promovió el trabajo colaborativo, la participación y la interacción entre ustedes? *

1 2 3 4 5

¿Experimentaron alguna conexión emocional durante el desarrollo de la actividad, ya sea a través de temas interesantes o experiencias significativas? *

1 2 3 4 5

¿Creen que la actividad facilitó la comprensión de los temas? *

1 2 3 4 5

¿Consideran ustedes que los recursos utilizados como material didáctico facilitaron el aprendizaje y fomentaron el interés? *

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

¿Creen ustedes que al realizar esta actividad han llevado a cabo algunas de las tareas que hacen los científicos al estudiar un fenómeno? *

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

¿Consideran que lograron el objetivo de aprendizaje propuesto? *

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

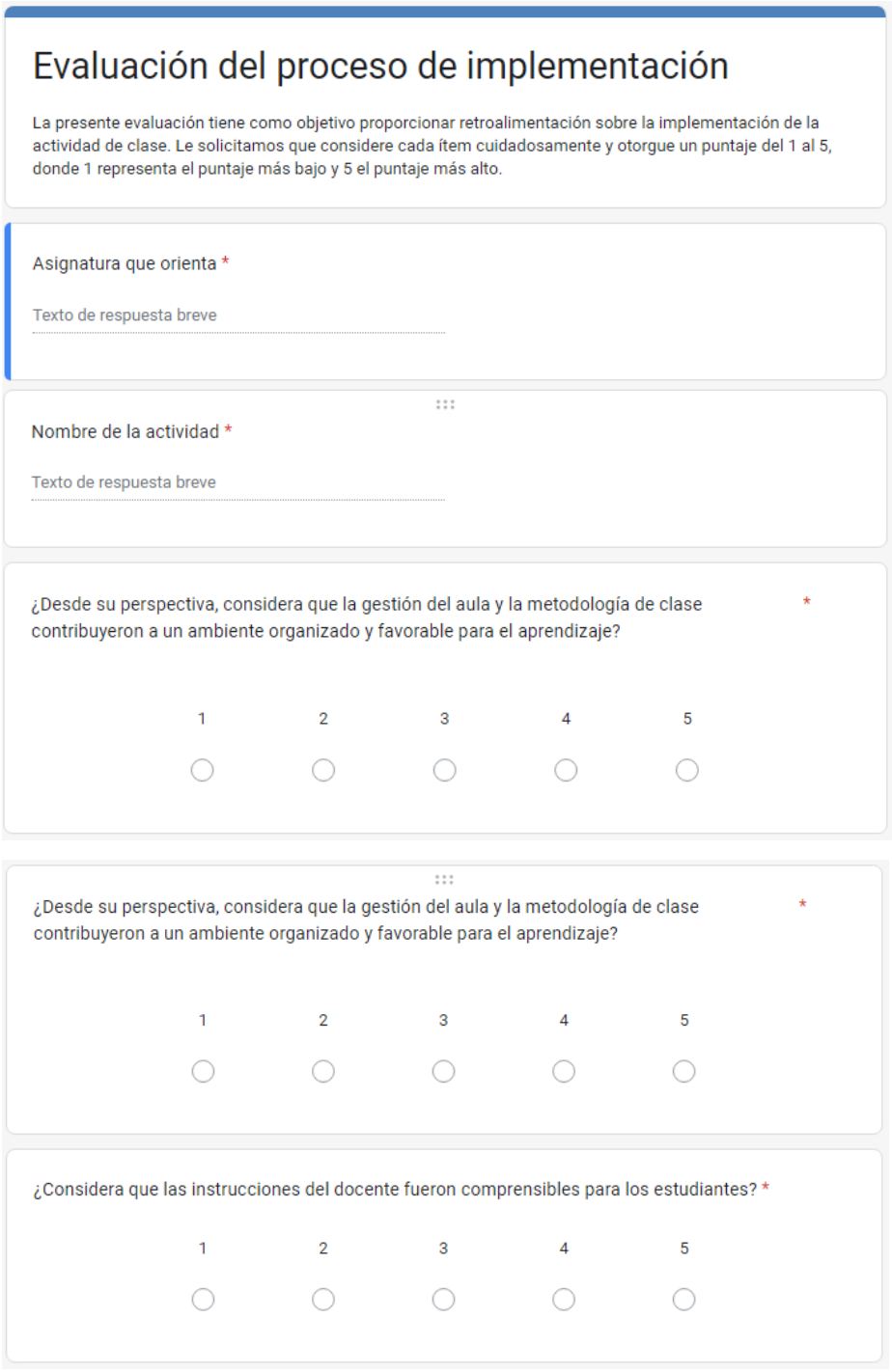
Comentarios adicionales: Por favor, proporcionen comentarios específicos sobre aspectos destacados, áreas de mejora y cualquier observación adicional que consideren pertinente.

(opcional)

Texto de respuesta largo

E. Cuestionario para la coevaluación:

Este anexo presenta el cuestionario utilizado para la coevaluación, completado por un docente observador en cada una de las actividades que conforman la secuencia de aprendizaje.



Evaluación del proceso de implementación

La presente evaluación tiene como objetivo proporcionar retroalimentación sobre la implementación de la actividad de clase. Le solicitamos que considere cada ítem cuidadosamente y otorgue un puntaje del 1 al 5, donde 1 representa el puntaje más bajo y 5 el puntaje más alto.

Asignatura que orienta *

Texto de respuesta breve

Nombre de la actividad *

Texto de respuesta breve

¿Desde su perspectiva, considera que la gestión del aula y la metodología de clase contribuyeron a un ambiente organizado y favorable para el aprendizaje? *

1 2 3 4 5

¿Desde su perspectiva, considera que la gestión del aula y la metodología de clase contribuyeron a un ambiente organizado y favorable para el aprendizaje? *

1 2 3 4 5

¿Considera que las instrucciones del docente fueron comprensibles para los estudiantes? *

1 2 3 4 5

¿Desde su punto de vista, la tecnología y otros recursos utilizados durante la clase ayudaron a facilitar la comprensión de los temas de estudio? *

1 2 3 4 5

¿Cree que esta actividad fomentó la colaboración, la comunicación asertiva y la participación activa de los estudiantes? *

1 2 3 4 5

¿En su opinión, los estudiantes lograron el objetivo de aprendizaje? *

1 2 3 4 5

Comentarios Adicionales: Por favor, proporcione comentarios específicos sobre aspectos destacados, áreas de mejora y cualquier observación adicional que considere pertinente.

Párrafo

(opcional)

Texto de respuesta largo

Obligatoria

F. Respuestas a las preguntas abiertas en la evaluación diagnóstica

Este anexo recoge las respuestas de los estudiantes a las preguntas abiertas de la prueba diagnóstica.

Pregunta 1: El mundo en el que vivimos no es un lugar silencioso, sino lleno de múltiples y variados sonidos. En este sentido, ¿cuáles son tus ideas sobre lo que es el sonido? Explica con tus propias palabras.

Respuestas de los estudiantes:

1. El sonido es todo aquello que haga ruido o se pueda escuchar, un ejemplo podría ser cuando hablamos.
2. El sonido es algo que podemos crear nosotros mismos con cualquier cosa, ya sea un sonido fuerte o un sonido bajo, o puede ser un sonido medio.
3. El sonido es un conjunto de ondas "sonoras" que emite una persona, un objeto o un lugar.
4. El sonido es como una sensación o un ruido que se produce por el oído.
5. Mi opinión de lo que es el sonido es el ruido que causa un objeto, quizás en movimiento, no siempre tiene que estar en movimiento para hacer un sonido, quizás una melodía, música, motos, etc.
6. El sonido es un conjunto de ondas y dependen de varios factores como el movimiento de un objeto o puede ser generado por un ser vivo.
7. Para mí, el sonido es como el resultado que hay entre uno o varios objetos al tener contacto.
8. El sonido para mí es el silencio o bueno un tipo de esos, o también se basa en transmitir frecuencias que creo que son llamadas Hertz.
9. El sonido son múltiples ondas sonoras que se multiplican en todo lado.
10. Pues para mí el sonido es el que genera un objeto o una acción al moverse y al tocarse por sí solo, todo tiene un sonido, y esos sonidos los escuchamos gracias a nuestros oídos.
11. El sonido para mí sería como un volumen o un ruido de reloj que hace sonar una canción o un instrumento.
12. Los sonidos podrían ser como cuando hablamos algo, escuchamos música, algo así.
13. El sonido es un fenómeno que se puede explicar como la información que se transmite por ondas y que dicha información nuestro cerebro la codifica y le da el nombre de sonido.
14. El sonido se escucha en los autos, música, auriculares cuando la gente hace escándalo.
15. Los sonidos son los ruidos de los carros, los sonidos de la sociedad, podemos decir cuando caminamos, corremos y hablamos hacemos un sonido.
16. El sonido para mí podría ser una forma de relajación ya que el sonido puede venir de diferentes maneras como la música.
17. En mi opinión, el sonido, son las frecuencias que se generan a través de objetos o seres vivos.

18. El sonido para mí es lo que podemos escuchar de múltiples cosas, objetos, lugares, seres vivos, etc. A veces estos sonidos pueden ser característicos.

19. El sonido es algo armonioso lo cual tiene varios tipos como el habla, la música, las melodías y de cierta manera con el que aprendemos.

20. El sonido es un modo auditivo donde podemos.

21. Mis ideas sobre el sonido es algo que le podemos sentir hacia este sea en distancia larga y que se produce el choque de dos cosas.

22. Son ondas invisibles que viajan por el aire que solo son "visibles" para nuestros oídos.

23. Para mí, una idea de lo que es el sonido es cuando una persona o un objeto emite algún sonido, ya sea que uno mismo lo produzca o algún objeto.

24. Son una especie de onda generada por sólidos, fluidos o cualquier cosa. Estas ondas o vibraciones llegan a nuestro oído transformándolas en ondas de sonido.

25. El sonido es un concepto físico que se utiliza para experimentar con diferentes objetos que lo producen.

26. Para mí, el sonido es como las ondas sonoras que nosotros y la naturaleza reproducimos por nuestro movimiento.

27. El sonido es algún tipo de onda transmitida por algún objeto o algún individuo, por algún instrumento sonoro.

28. El sonido son ondas.

29. Son ondas que produce el sonido a través del aire, cada vez que hacemos ruidos, se esparce.

30. Para mí, el sonido es un ruido que en cualquier lugar habrá en la calle, en el parque, etc.

31. Para mí, el sonido puede ser expresado como una serie de ondas auditivas producidas al realizar cualquier tipo de ruido o acción que pueda causar el mismo.

32. El sonido es una ola de ruido de todo lo que pasa o se mueve, dándole como una referencia a cada cosa que suene, digamos con el sonido podemos identificar lo que se cae o lo que pasa, como un carro o una moto.

33. El sonido es aquello que tiene ritmo, es todo aquello que escuchamos ya que en el mundo y en todo momento hay ruido.

34. El sonido son ondas, no sé si de energía o poder, pero son ondas que llegan a nuestros oídos y allí son captados por el cerebro.

35. El sonido son ondas que se transmiten a través del ruido que se realiza.

36. Son ondas que producen varios, como la voz, es un sonido que produce el ser humano.

37. El sonido son vibraciones que se transmiten en forma de onda que se esparce entre tiempo y espacio con diferente frecuencia.

38. El sonido es con lo que nos comunicamos diariamente que puede ser producido por objetos.

39. Ruido que es generado por algo o alguien.

40. Como dicen ahí, estamos rodeados de sonidos, independientemente de donde estemos, siempre tendremos que escuchar algún tipo de ruido.

41. Para mí, el sonido son un tipo de ondas que pueden llegar a generar un objeto o persona, por ejemplo: aplaudir o ya sea un vaso cayendo al piso.

42. Para mí, el sonido es emitido por personas, objetos, automóviles, pero siempre hay una persona o varias que hacen utilidad de estos.

43. El sonido puede ser algo que caracteriza a los objetos y que les puede dar vida, siendo algunos objetos diseñados para elaborar melodías o ruidos que los distingan entre sí.

44. Sonido, gracias a nuestros oídos, reconocemos cada uno de estos.

45. El sonido es una base fundamental para el desarrollo de nosotros como comunidad, es quizás uno de los factores más importantes ya que con él nos entendemos, etc.

46. A mi parecer, el sonido es un conjunto de ondas sonoras que sirven para la comunicación.

47. El sonido está en todo lo que nos rodea, se podría decir que son ondas electromagnéticas que percibimos con nuestro sentido del oído.

48. Para mí, el sonido se basa en ondas sonoras que viajan por medio del aire, agua y tierra (llamadas ondas sonoras).

49. Para mí, el sonido es algo fundamental, ya que con este se puede utilizar para tonificar los sonidos y las ideas de sonido son como cualquiera que uno tire con una moneda o así.

50. El sonido para mí es algo que solemos escuchar, sea en cualquier lugar, sea sonido de naturaleza, sea sonido de música, sonido de autos, motos, etc.

51. El sonido se puede manifestar con diferentes características como una melodía musical o algún sonido inapropiado para la audición del ser humano.

Pregunta 2: ¿Con qué palabras asocias el concepto de sonido y cuáles utilizas para describirlo y distinguirlo de otros?

Respuestas de los estudiantes:

1. No sé.

2. Música y ruido.

3. Ruido, bulla, distintos.

4. Música, melodías, risa, ruidos.

5. Ondas, movimiento, frecuencia, intensidad.

6. Timbre, tono.

7. Vientre, música, movimiento.

8. Distracción, filtración.

9. Volumen, escuchar, oír, movimiento, acción, velocidad, ondas, frecuencia, medición, música, externo e interno.

10. Música, nota musical, instrumentos, automóviles.

11. Ruido que hace una persona o objeto.

12. Ruido, bulla, audio, silencio, tenue, ondas sonoras, vibraciones.

13. Bulla, gritando.

14. Ruido de humanos al caminar, hablar o comer, sonidos de objetos como carros y buses.

15. Ambiente, objetos, música, vibraciones.

16. Gritos de personas, música, sonidos de carros, personas divirtiéndose.

17. Armonía, voces, cotidiano, sentir, tiempo.

18. No sé.

19. Ruidos, palabras, acciones.

20. Volumen, escuchar.

21. Bafle, motor, viento, llanto.

22. Ruido, música, objetos.

23. Parlantes, emisiones de sonido, carros, objetos.

24. Bulla, eco, efecto.

25. Sonda, emisión, onda sonora, tono.

26. Ruido, ondas.

27. Ondas, sonidos con la boca, gritos.

28. No sé.

29. Ondas sonoras, timbre, periodo, intensidad, frecuencia.

30. Audífonos, caminar, pasos, viento, brisa.

31. Ruidos externos, movimiento, asociación, ondas.

32. Ruido, bullicio, volumen, sonidos altos, bajos, suaves, agudos, rudos, dolorosos.

33. Vibración, ondas, escucha, notas de música.

34. Ruido, melodía, música, vibración.

35. Ondas expansivas, velocidad, vibraciones, alcance, frecuencia.

36. Música, voz, golpe, choque.

37. Ruidos generados por algo o alguien, llamativos.

38. Música, animales, personas, carros.

39. Ondas, movimiento, señales, ruidos.

40. Objetos, personas, automóviles.

41. Melodías, instrumentos, sonidos fuertes, ruidos.

42. Sonidos diversos.

43. Ruido, música, tambor.

44. Relajación, distinción, ubicación, altos, bajos.

45. Ruido, melodía, suaves, notas de piano.

46. Desarrollo auditivo, importante.

47. Ruido, música, pensamientos.

48. Escuchar, melodías, ruido, canciones, hablar, silencio, reducción.

49. Ondas, voz, ritmo, densidad, transversales.

50. Música, ruido del televisor, sonido del tambor.

51. Relajación, distinción, ubicación, altos, bajos.

Pregunta 3: Si te enfocas en el estudio del sonido, ¿qué propiedades físicas puedes medir?

Respuestas de los estudiantes:

1. Distancia

2. No sé

3. Velocidad, distancia y tiempo

4. Tensión

5. Frecuencia, velocidad, distancia/longitud

6. La distancia, la fuerza

7. No sé

8. Frecuencia, velocidad e intensidad

9. No sé

10. La velocidad, las vibraciones, las frecuencias, los tonos, la distancia, el tono

11. No darle volumen, escuchar música a bajo volumen, escuchar música sin audífonos

12. Puedes calcular a qué velocidad va el sonido y sacar mediciones físicas

13. Fuerza de tensión y densidad lineal

14. A qué distancia está una persona, animal, el estado del clima (lluvia, viento)

15. Densidad, frecuencia, intensidad

16. No sé

17. La velocidad, la intensidad de sonidos, lo agudo o grueso

18. Velocidad, longitud de ondas, distancia

19. No sé del tema

20. Nivel de sonido, decibelios, bits musicales

21. El alcance, el comportamiento y cómo se comporta

22. Velocidad

23. Rango o distancia, onda sonora, frecuencia

24. Distintas y velocidad

25. Escuchar, observar y aprender

26. La amplitud que pueden tener las ondas, la velocidad a la que viajan, el tiempo que le toma llegar a un lugar

27. La longitud del sonido y las ondas sonoras, los componentes del sonido y las propiedades que lo conforman

28. Duración, tono y timbre

29. Volumen, dirección/movimiento/duración/tiempo

30. Velocidad, fuerza, frecuencia

31. Ondas, viento y vibración

32. Velocidad, alcance y frecuencia

33. No entendí

34. Distancia, fuerza y ondas

35. A qué distancia está el sonido que estoy escuchando

36. Una distancia, la altura de un pozo

37. El material, masa y volumen, de qué tipo de objeto

38. Frecuencia, niveles altos y bajos del sonido y las ondas del sonido

39. Tono

40. Velocidad

41. Expresión

42. Me diría algo del manejo de este, es algo que puede causar daños

43. Ciertas zonas del mar, un salón de clases vacío, una casa vacía

44. Ondas, velocidad, duración, tiempo, fuerza, tensión

45. Ondas, intervalos de sonido, notas musicales u otros

46. Vibración, ritmo, también el conocimiento

47. Saber qué tipo de música es, también el saber de qué tan duro suena lo largo del sonido de la letra de la canción

48. Sinfonía: como el viento pasando con algún objeto, sonidos cálidos como las olas o las gotas sobre el techo

Pregunta 4: "A veces, las personas enfrentan dificultades para disfrutar de la música que escuchan a través de sus audífonos debido al ruido exterior que se filtra. ¿Qué cambios le harías a los audífonos a nivel tecnológico para contrarrestar el ruido exterior?"

Respuestas de los estudiantes:

1. Lograr una mejor calidad en el material del cual están hechos los audífonos se podrían usar un material que no deje pasar más sonidos además del que se está escuchando con ellos puestos.

2. Le aumentaría la calidad a los audífonos para que se pueda escuchar un poco más fuerte o también se podría agrandar un poco el audífono y así se bloquee el sonido externo.

3. Serían unos audífonos con mayor potencia en el sonido y con la capacidad de parar el ruido exterior como capaz de "espuma" o un material similar en la parte exterior del audífono, pero dentro de todo su sistema.

4. Le subiría el volumen a los auriculares.

5. No estoy de acuerdo con los audífonos.

6. Adaptar unos audífonos envolventes que bloqueen las ondas del sonido exterior y causen que solo se escuche el sonido que emiten los audífonos. Cancelación de ruido, sonido envolvente.

7. Trataría de encontrar la forma de crear un sistema, ya sea manual o tecnológico, el cual al presionar un botón o una función en el dispositivo neutralizara el sonido del exterior (un tipo de bloqueo del ruido).

8. Siento que para contrarrestar el ruido exterior haría una capa de goma alrededor del audífono que se acomode a la oreja, sin tapar la parte que emite la música.

9. Que llevara una función específica para disminuir los ruidos exteriores porque aumentar el volumen sería muy dañino para los oídos y tampoco nos serviría mucho porque así nos daríamos cuenta si alguien nos está hablando.

10. Pues yo si los audífonos son de cable haría que primero entraran y cubrieran perfectamente el área del sonido, donde está el tímpano, y también tapara por completo la oreja para que no se filtre sonidos del exterior. Haría que el sonido se concentre en la parte más del tímpano y no del exterior.

11. El volumen que sea más alto, que los audífonos se pudieran modificar para que no se escuchara menos el exterior.

12. Un cambio que se podría implementar sería que los audífonos tuvieran un protector de sonidos que este protector vaya por fuera para así disminuir el sonido o también cambiar el sistema de cómo suena, haciendo tipo arreglos en su software.

13. Podría optar por ampliar el campo de audición, por ejemplo, que los audífonos sean un poco más grandes y abarquen las orejas en mayor medida, y también la forma en la que el sonido llega al oído, de forma que sea más directa.

14. Subir el volumen mebo al cuarto a escuchar música, estar en unas partes donde no se escuche el ruido del exterior.

15. El cambio que yo le haría a los audífonos es que cubran toda la oreja y ponerles bajo, aunque eso nos dañaría los oídos.

16. Pues algo que se puede hacer recientemente, pero algunos no lo hacen, es el poder disminuir el sonido o ruido del exterior. También podría ser que, al subir más el volumen de la música, vaya disminuyendo el sonido de afuera, pero sin afectar a los tímpanos.

17. Que tuviera una cubierta especializada para aislar, por decirlo así, el ruido de la música del ruido exterior.

18. El cambio que le haría es hacer una copa externa e interna con un tipo de tela o algodón para que no entre ningún sonido. No le modificaría el volumen ya que puede causar problemas, pero los agrandaría más para que haya una superficie de cubrimiento con una copa de tela o algodón, o los audífonos inalámbricos.

19. Para este tipo de situaciones existen audífonos que aíslan el sonido para no interferir con el exterior.

20. Pues creo que la solución para ese problema, hay audífonos de aislamiento del ruido los cuales se centran en la posibilidad de escuchar ruido externo.

21. El cambio que yo le haría a los audífonos sería cambiarle el mecanismo para que los audífonos, al momento de uno ponérselos, silencien el sonido externo para así poder disfrutar de la música con tranquilidad.

22. La cancelación de ruido exterior es algo que ya existe, me parece perfecto, o también el ruido blanco, que es una especie de mute en audífonos, creo que eso se les coloca a todos.

23. Que los audífonos tapen toda la oreja para que no entre el sonido externo.

24. Pues agregaría algún tipo de dispositivo que redujera el sonido exterior, es más creo que eso hoy en día sí existe, o usar audífonos de balaca que restan más el sonido exterior.

25. En unos audífonos yo los agrandaría un poco para que cubran mejor el oído y que no se les filtre el sonido. A todos los audífonos de cable les pondría una pequeña plática para que se sostenga a la oreja y no se caiga.

26. Que los audífonos estén más pegados a las orejas, al igual que el centro, y que tengan mayor volumen para así no escuchar tanto los ruidos externos.

27. Que tengan más volumen para poder escuchar mejor la música y poder disfrutarla. También podemos buscar un lugar donde no haya tanto ruido y podamos estar más tranquilos.

28. Los cambios que yo haría serían hacerlos más aislantes a los ruidos externos y que tuvieran más adaptación a los oídos para que las personas puedan escuchar mejor su música, pero que a la vez no impliquen que se puedan descargar más rápido.

29. En mi caso puede ser que solo me gustan los audífonos que no tengan la goma porque me parece que son incómodos. Sería la elaboración del sonido que sean cómodos con la oreja, donde no entre ruido externo y que lo que estás escuchando sea mayor comodidad y tenga buena calidad de sonido.

30. Yo creería que para evitar ese cambio tecnológico se podría aumentar la tecnología en los audífonos para que suene un poco más fuerte y que los audífonos traigan un tipo eliminador de ruidos externos para poder disfrutar.

31. Tal vez no tecnológico, sino más estructural: unos audífonos que tapen mejor el canal auditivo y que tengan un mejor soporte. También puede servir a mejorar los cables/receptores y el conector del tamaño adecuado para escuchar no solo audios mono.

32. Adaptador de ruido exterior en forma que no se escuche tanto el sonido externo, o sea mínimo, también una forma de que se escuche más duro, pero sin tanta vibración para no dañar el oído.

33. Tal vez que suene un poco más duro o que tengan un sistema de tapa oídos donde solo se escuche lo que los audífonos producen.

34. Colocar un material suave y un poco grueso que evite que las ondas de fuerza reboten en la zona de los audífonos y el sonido de los audífonos reboten dentro del espacio que se forma entre el tímpano y los audífonos.

35. Inventar unos audífonos que cubran todo el oído para que no pueda entrar ningún sonido exterior o unos audífonos con más sonido.

36. Poner un poco más de relleno para los audífonos, haciendo así que se enfoque más la música. No se me ocurre algo más a nivel tecnológico.

37. Yo creería que con unas espumas un poco más gruesas y los audífonos más grandes que tapen toda la oreja se podría escuchar mejor la música.

38. Si yo tuviera que hacerles un cambio a los audífonos para contrarrestar el sonido, les pondría algún tipo de bocina de tal manera que cuando el sonido exterior entre sea filtrado y no afecte demasiado al usar estos, no sea tan molesto.

39. Si el volumen es muy alto a través de los audífonos es malo para las personas, tal vez haría cambios en el tamaño o algún cambio que no afecte la salud de las personas.

40. No sé.

41. El ruido del exterior, para mi opinión, no es tan fuerte como para no dejar escuchar música. Mejorar la fabricación de los audífonos a veces sale mal (cancelación de sonido).

42. Lo que yo diría es, primero, basándonos en los sitios donde se producen estos ruidos, mejorar un poco más el ecualizador de estos dispositivos y brindarles así quizás un componente de sonido donde no tenga que ser interrumpido por sonidos exteriores.

43. Se podrían crear audífonos que sean capaces de acabar totalmente con el ruido exterior, ya sea que esté o no escuchando música.

44. Yo creo que diseñaría unos audífonos con unas almohadillas que retengan los sonidos exteriores y también acomodaría su sistema de manera que reproduzca un sonido fuerte, pero a la vez nítido.

45. Pues la verdad no había pensado en esto, pero creo que unas buenas ideas serían como una especie de tampones anti-sonido para que la música se aislé en solo un punto, como una especie de las cajas de huevos. Otro método sería tapar completamente los oídos para que no entre el ruido directamente, pero el sonido lo capte la parte externa de la oreja dirigida hacia el tímpano.

46. Pues cambios en sí no le pondría ya que los audífonos son para distraer del mundo exterior sin modificar el exterior o la música.

47. Le haría el cambio de hacer que haya más sonido para escuchar bien la música de la forma en que queremos. También le haría el cambio de que fueran inalámbricos o de los otros, con más control en la música, como si ya suenan muy duro que sea automático para que se baje el volumen cuando pasemos por las calles.

48. En los audífonos inalámbricos se les aplicaría una forma para que cubra mejor el oído, haciendo que el ruido exterior sea difícil de escuchar, como si cancelara todo sonido exterior y solo fuera la persona y la música, pero tendría sus negativas, como posible aumento de gasto o menos carga de los recursos para idearlos.

G. Consentimientos informados

En este anexo se incluyen dos documentos de consentimiento informado para la investigación en el aula. El primer documento está dirigido a los estudiantes y les explica los objetivos y procedimientos del estudio, asegurando que su participación sea voluntaria y confidencial. El segundo documento es para el docente observador, detallando su rol y las condiciones de su participación. Ambos documentos garantizan el cumplimiento de principios éticos en la investigación.

Consentimiento informado para el estudiante

COLEGIO NELSON MANDELA I.E.D

Resolución 08-030 del 22 de abril de 2015

Formación integral desde la filosofía UBUNTU para la transformación social

El presente documento tiene como propósito informar y solicitar su autorización para la participación del estudiante: _____ del grado:_____ del Colegio _____, en el Trabajo Final de Maestría titulado_____, realizado por _____, con cédula de ciudadanía_____ de _____, estudiante de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. El objetivo de este estudio es _____.

La participación de los estudiantes en este estudio se llevará a cabo mediante varias sesiones presenciales durante las clases de _____. En estas sesiones, los estudiantes proporcionarán información vinculada a los objetivos del proyecto. La información recopilada se registrará en diversos formatos y se gestionará de manera confidencial, de acuerdo con lo establecido en la ley 1581 de 2012. Esta información será utilizada exclusivamente con fines académicos, como parte del proceso de análisis de datos, con el propósito de alcanzar los objetivos planteados en la investigación.

Como padre de familia, acudiente o adulto responsable, es de suma importancia su autorización. Por lo tanto, le solicitamos que diligencie los siguientes datos:

Yo,_____, identificado con cédula de ciudadanía No. _____ de _____ Colombia, en calidad de representante legal y en uso de mis plenas facultades legales, autorizo, mediante el presente documento, la participación del estudiante _____ en el proceso de investigación descrito en este documento. Asimismo, certifico que he sido informado sobre los propósitos del estudio y los fines con los que se utilizará la información recolectada mediante entrevistas y demás instrumentos propuestos por el investigador. Reconozco que la información que proporcione durante esta investigación es estrictamente confidencial y no será utilizada para ningún otro propósito que no esté relacionado con los objetivos de este estudio sin mi consentimiento.

_____	_____
Firma del Acudiente	Firma del Rector
Nombre:	Nombre:

Consentimiento informado para el par docente

COLEGIO NELSON MANDELA I.E.D
Resolución 08-030 del 22 de abril de 2015
Formación integral desde la filosofía UBUNTU para la transformación social

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA INVESTIGACIÓN

Soy _____ identificado con _____ de _____, estudiante de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, y estoy llevando a cabo una investigación titulada_____-. En este contexto, le invitó a participar en este estudio como maestro sujeto de reflexión.

Como docente del Colegio _____, su participación sería valiosa. Consistiría en desempeñar el rol de observador en algunas de las clases de _____ y ofrecer retroalimentación sobre el proceso de implementación de las actividades que forman parte de la secuencia de aprendizaje. Es importante destacar que el estudio no implica riesgos y que usted no recibirá beneficios directos por su colaboración.

Es esencial comprender que su participación es voluntaria, y tiene el derecho de retirarse en cualquier momento sin repercusiones adversas. La información que se recopile durante la observación se registrará en diversos formatos y se gestionará de manera confidencial, cumpliendo con lo establecido en la ley 1581 de 2012. Esta información se utilizará exclusivamente con fines académicos, como parte del proceso de análisis de datos para alcanzar los objetivos planteados en la investigación.

Al participar, usted certifica haber sido informado sobre los propósitos del estudio y la forma en que se utilizará la información recopilada. Su colaboración es fundamental para el éxito de este proyecto de investigación.

_____

Firma

Nombre:

Fecha:

Este consentimiento informado ha sido leído y comprendido por el participante antes de su firma.