

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIA
Departamento de Física



**Propuesta de Aprendizaje de Ciencia sobre Sonido y Audición para
estudiantes de Primero Medio**

Alondra Marisol Mery Guzmán

Javiera Roxana Poblete Uribe

Profesores Guías:

Leonardo Antonio Caballero Alvial

Paolo César Nuñez Carreño

Este trabajo se presenta para optar al grado de Licenciado en Educación en Física y Matemática

Santiago, Chile

2018

297249 ©Alondra Marisol Mery Guzmán, 2018.

©Javiera Roxana Poblete Uribe, 2018.

Licencia CreativeCommons Atribución-NoComercial Chile 3.0

Propuesta de Aprendizaje de Ciencia sobre Sonido y Audición para estudiantes de Primero Medio

Alondra Marisol Mery Guzmán

Javiera Roxana Poblete Uribe

Este seminario de grado fue elaborado bajo la supervisión de los profesores guías, el Sr. Leonardo Caballero Alvial y el Sr. Paolo Núñez Carreño del Departamento de Física y ha sido aprobado por la Comisión Calificadora, Sra. Romina Muñoz Buzeta y la Sra. Bárbara Ossandón Buljevic.

Sra. Romina Muñoz Buzeta

Comisión Calificadora

Sra. Bárbara Ossandón Buljevic

Comisión Calificadora

Sr. Leonardo Caballero Alvial

Profesor Guía

Sr. Roberto Bernal Valenzuela

Director

Sr. Paolo Núñez Carreño

Profesor Guía

Resumen

Actualmente, en el primer año de enseñanza media, se deben abordar los contenidos de ondas y sonido incluyendo el sistema auditivo, estudiándolo de forma física. Sin embargo, analizando el material propuesto por el Ministerio de Educación en las Bases Curriculares actuales, junto con el material docente y del estudiante propuesto por este; se pudo comprobar que el estudio del oído en las clases de física se realiza con mayor énfasis en la anatomía, otorgando menor relevancia al aspecto práctico en comprensión los fenómenos físicos involucrados; basando la enseñanza en un aprendizaje pasivo, desarrollando más la habilidad del conocimiento y dejando otras de lado como el análisis, la evaluación y la comprensión del fenómeno involucrado, generando un estudio descontextualizado y segmentado del sonido y el oído como un sistema físico.

Esta Propuesta de Aprendizaje sobre sonido y audición, se centra en la exploración y descripción del oído desde un punto de vista físico y biológico. La Propuesta está basada en la educación STEAM integrada, las prácticas científicas y el concepto de modelo para poder comprender al oído como un sistema físico-biológico.

Para esta Propuesta de Aprendizaje, se prepararon materiales de diversas naturalezas, como las guías a los estudiantes, guías docentes, maquetas, experimentos y el manual de construcción de estos. Además se propone utilizar los teléfonos celulares como elemento en la experimentación de las clases, utilizando aplicaciones como alternativa cuando no se disponga de instrumentos y materiales necesarios como recurso promovedor del aprendizaje.

Palabras claves: Audición, Sonido, STEAM, Prácticas científicas, Modelo, Traspaso Progresivo del control.

Abstract

Nowadays, in the first year of secondary education, should be addressed contents including sound, waves and the auditory system, studying it physically. However, analyzing proposed by the Ministry of Education under current Curricular Bases material, together with the academic material and the student proposed; it was possible to verify that the study of the ear in the physics classes is realized by major emphasis in the anatomy, granting minor relevancy to the practical aspect in comprehension the physical involved phenomena, basing the education on a passive learning, developing more skills of the knowledge and leaving others of side as the analysis, the evaluation and comprehension of the involved phenomena , generating a study that does not involve and segments the sound and the ear as a physical system.

This learning proposal of the sound and hearing focused on the exploration and description of the ear from a physical and biological perspective. The proposal is based on integrated STEAM education, the scientific practices and the concept model to understand the ear as a physical-biological system.

For this proposal Learning, there were prepared materials of diverse natures, as guides for the students, educational guides, models, experiments and the manual construction of these. In addition it proposes to use the cell phones as an element in the experimentation in classes, using applications as alternative when promoter of the learning does not arrange of instruments and necessary as resource.

Key words: Audition, Sound, STEAM, Scientific practices, Model, Progressive transfer of control.

Enseñar no es una función vital, porque no tienen el fin en sí misma; la función vital es aprender.

Aristóteles

Agradecimientos

Hemos terminado un proceso largo y trabajoso, y en estos momentos no queda nada más que decir gracias. Gracias a todos los que creyeron en nuestras ideas, nuestro trabajo y nos ayudaron. Los primeros agradecimientos van a nuestras familias y cercanos, por el apoyo en estos años de universidad que han estado lleno de alegrías y aprendizajes, por no permitir que nos rindiéramos, por incentivarnos en aquellos momentos difíciles.

Gracias a nuestros profesores que nos han acompañado durante los años de carrera, por enseñarnos sobre física, matemática y educación, por enseñarnos a crecer y entregarnos herramientas que son transversales a nuestras vidas. En particular debemos agradecer a nuestros profesores guías, Leonardo Caballero y Paolo Nuñez, por la confianza que depositaron en nosotras; creemos que nos faltarán palabras para expresarle lo felices y agradecidas que estamos al finalizar este proceso. Gracias por compartir, contener y alegrar los momentos de trabajo, haciendo de nuestro seminario de grado, una instancia llena de recuerdos impercederos.

Gracias profesor Leonardo por todas las horas invertidas en el taller, por la preocupación, las cuales se veían reflejadas con esos correos a media noche donde nos resolvía dudas, por la creatividad y siempre exigirnos más.

Gracias profesor Paolo por las ideas, por creer en lo que pensábamos, por impulsarnos a hacer cosas distintas, por confiar ciegamente en nuestro trabajo y guiar nuestra imaginación a realizar cosas posibles. Gracias también a esos niños maravillosos a los cuales les haces clases. Nos permitiste conocerlos y nos diste la oportunidad de trabajar con ellos. Creemos que esa fue una de las mejores experiencias de este seminario de grado, la cual nos muestra que nuestras ideas funcionan y eso se veía reflejado en tus estudiantes que se emocionaban y divertían en

las clases.

Gracias a otros profesores del Departamento de Física que participaron de este seminario de grado, Jorge Ferrer, Leonardo Gordillo, Bárbara Ossandón y Romina Muñoz.

Gracias a todos los que siempre estuvieron y creyeron en nosotras.

Alondra Mery Guzmán y Javiera Poblete Uribe

En el presente documento se utilizan de manera inclusiva términos como “el docente”, “el estudiante” y sus respectivos plurales (así como otras palabras equivalentes en el contexto educativo) para referirse a hombres y mujeres. Esta opción se basa en la convención idiomática de nuestra lengua y tiene por objetivo evitar las fórmulas para aludir a ambos géneros en el idioma español (“o/a”, “los/las” y otras similares), debido a que implican una saturación gráfica que puede dificultar la comprensión de la lectura.

Índice general

Resumen	ii
Agradecimientos	v
1. Marco de antecedentes	1
1.1. Sistema educativo	1
1.1.1. Chile y sus resultados en las pruebas de ciencias	1
1.1.2. El sonido en el currículum nacional de primero medio	5
1.2. Preconceptos de sonido	20
1.3. Problema de investigación	23
1.3.1. Objetivo general	24
1.3.2. Objetivos específicos	24
2. Marco teórico	25
2.1. Paradigma socioconstructivista	25
2.2. Traspaso progresivo del control	27
2.3. Concepto de modelo	28
2.4. Prácticas científicas	30
2.5. Educación STEAM integrada	32
3. Marco Espistemológico de Referencia	37
3.1. Conceptos importantes de ondas y sonido	37
3.2. Estructura y funcionamiento del oído humano.	45
3.3. Efectos de la contaminación acústica en la salud de las personas	48
3.4. Contaminación acústica y su regulación en Chile	51

4. Marco Metodológico	54
4.1. Metodologías de la investigación: cuantitativa y cualitativa	54
4.1.1. Descripción de los tipos de metodologías utilizadas	55
4.2. Recolección de datos	57
4.3. Análisis de datos	58
4.4. Plan metodológico	59
5. Propuesta de Aprendizaje	62
5.1. Descripción general de la Propuesta	62
5.1.1. Estructura de las clases diseñadas	63
5.1.2. Referente al apoyo docente	64
5.2. Detalles de la propuesta de aprendizaje	64
5.2.1. Test diagnóstico	65
5.2.2. Clase 1	68
5.2.3. Clase 2	74
5.2.4. Clase 3	80
5.2.5. Clase 4	85
5.2.6. Evaluación final	90
6. Análisis de los resultados	93
6.1. Implementación de la propuesta	94
6.1.1. Test diagnóstico	94
6.1.2. Clase 1	98
6.1.3. Clase 2	102
6.1.4. Clase 3	105
6.1.5. Clase 4	110
6.1.6. Evaluación final	115
6.2. Validación por juicio de expertos	118
6.2.1. Clase 1	118
6.2.2. Clase 2	120
6.2.3. Clase 3	121
6.2.4. Clase 4	122
6.2.5. Evaluación final	123

7. Conclusiones	125
Referencias	131
Anexos	135

Índice de cuadros

1.1. Fuente: Adaptación de tabla de información oficial (Ministerio de Educación, 2016)	7
1.2. Fuente: Elaboración propia con base en información oficial (Ministerio de Educación, 2016)	10
3.1. Datos recogidos de la OMS. Fuente: (Ballesteros & Daponte, 2011)	51
3.2. Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Decreto N° 38	52
3.3. Diferencia aritmética entre el nivel de presión sonora obtenido de la emisión de la fuente fija y el nivel de presión sonora del ruido de fondo Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Decreto N° 28	53
4.1. Métodos de investigación cualitativa Fuente: Metodología de la investigación, 2012	55
4.2. Clasificación orientativa de las técnicas de obtención de información Fuente: Metodología de la investigación (2012)	57
4.3. Tabla de apreciación Fuente: Encuesta de validación	58
6.1. Cuadro de habilidades y porcentaje de logro por pregunta, ítem 1	95
6.2. Cuadro de conceptos utilizados en la evaluación final	116

Índice de figuras

1.1. Comparación resultados obtenidos por Chile, Latinoamérica y promedio OC-DE en PISA 2015. Agencia de Calidad de la Educación, s.f. Recuperado de: http://archivos.agenciaeducacion.cl	3
1.2. Resultados obtenidos por Chile en PISA 2015 según área de estudio Agencia de Calidad de la Educación, s.f. Recuperado de: http://archivos.agenciaeducacion.cl	4
3.1. Gráficas de longitud de onda y periodo en una onda Fuente: Física para ciencias e ingeniería, vol. 1	38
3.2. La Figura (a) muestra un frente de ondas esférico generado por una fuente puntual. En la Figura (b) se observa una sección del frente de onda esférico, el cual representa un frente de onda plano. Fuente: Física para ciencias e ingeniería, vol. 1	40
6.1. Gráfico análisis guía 1, respuestas pregunta 4	99
6.2. Gráfico análisis guía 1, respuestas pregunta 6A	100
6.3. Gráfico análisis guía 1, respuestas pregunta 6B	101
6.4. Gráfico análisis guía 2, respuestas pregunta 4	102
6.5. Anatomía del oído humano	103
6.6. Gráfico análisis guía 2, respuestas pregunta 10	104
6.7. Respuestas representativas, pregunta 10	105
6.8. Gráfico análisis guía 3, pregunta 3	106
6.9. Respuestas representativas, pregunta 5	108
6.10. Gráfico análisis guía 3, respuestas pregunta 8	109
6.11. Gráfico análisis guía 4, respuestas pregunta 6	111
6.12. Gráfico análisis guía 4, respuestas pregunta 7	112

6.13. Respuestas representativas, pregunta 7	113
6.14. Gráfico análisis guía 4, respuestas pregunta 8	114
6.15. Resultados obtenidos según la rúbrica de la evaluación final	117

Capítulo 1

Marco de antecedentes

El objetivo de este primer capítulo es realizar una contextualización del tema: Sonido y audición, el cual se estudia actualmente en 1° EM. Para esto se presentan los resultados en pruebas de ciencias como PISA y SIMCE, realizando una exposición de los puntajes obtenidos bajo el contexto internacional y nacional. Así, en concordancia con esto, se presenta un análisis del curriculum nacional vigente para el curso de 1° EM de la Unidad 3: *Percepción sonora y visual y ondas sísmicas*, enfocándose en los contenidos asociados a audición y sonido. Finalmente se expone el problema de la presente investigación.

Este seminario de grado y Propuesta de Aprendizaje se enfoca en desarrollar las habilidades de explicar fenómenos científicos e interpretar datos y pruebas científicas. Habilidades medidas por la prueba PISA, contextualizándose en la estructura y función de los seres vivos y movimiento (ejes temáticos de la prueba SIMCE) por lo que se hace relevante conocer los resultados en ambas pruebas, ya que el tema a desarrollar en esta Propuesta de Aprendizaje es un conocimiento de ciencia útil en la vida futura de los estudiantes.

1.1. Sistema educativo

1.1.1. Chile y sus resultados en las pruebas de ciencias

Chile como país se somete a distintas pruebas que miden la calidad de la educación y la evolución de ésta en el tiempo, con la intención de implementar nuevos y mejores programas

que promuevan una educación más equitativa y de calidad para todos. Bajo este contexto es que se realizan las pruebas PISA y SIMCE. La primera de carácter internacional y la segunda de carácter nacional.

La prueba PISA (siglas en inglés: Programme for International Student Assessment) es una encuesta que se realiza cada tres años con el objetivo de evaluar los sistemas educativos de todo el mundo por medio de habilidades y conocimientos (Agencia de Calidad de la Educación, sfa). Principalmente esta prueba mide hasta qué punto los estudiantes que están próximos a terminar la educación obligatoria (aproximadamente 15 años), han sido capaces de adquirir competencias necesarias para la participación activa y plena en la sociedad moderna (Agencia de Calidad de la Educación, sfa). Es por esta razón que la prueba de ciencias naturales, la cual abarca contenidos de biología, química y física desde los sistemas biológicos y la Tierra y el espacio, mide tres habilidades de pensamiento científico (HPC): Explicar fenómenos científicos, interpretar datos y pruebas científicas y evaluar y diseñar la investigación científica (OCDE, 2017)

La distinción de esta prueba de otras evaluaciones, como las pruebas TIMSS o SIMCE, es que PISA evalúa habilidades que no se encuentra directamente relacionada con el currículo nacional de los países o economías que la rinden; ya que la prueba tiene como finalidad que los estudiantes apliquen sus conocimientos a situaciones de la vida real, y así poder determinar qué tan hábiles son para la vida moderna y la afectación que tienen éstas en su participación en la sociedad (Agencia de Calidad de la Educación, sfa).

Los resultados de estas pruebas se clasifican en puntajes promedios y nivel de desempeño, el cual va del 1 al 6. Si se obtiene un resultado inferior al nivel 2, significa que el estudiante no alcanza las competencias mínimas requeridas para los márgenes de la OCDE para ser una persona completamente competente en la sociedad moderna. Si se obtiene un nivel 2 o superior significa que el estudiante tiene las competencias mínimas (Agencia de Calidad de la Educación, sfa).

Respecto a los resultados obtenidos en la prueba PISA de ciencias el año 2015, se muestra en la figura 1.1 los resultados porcentuales obtenidos por Chile, Latinoamérica y el promedio de la OCDE según el nivel alcanzado por los estudiantes.

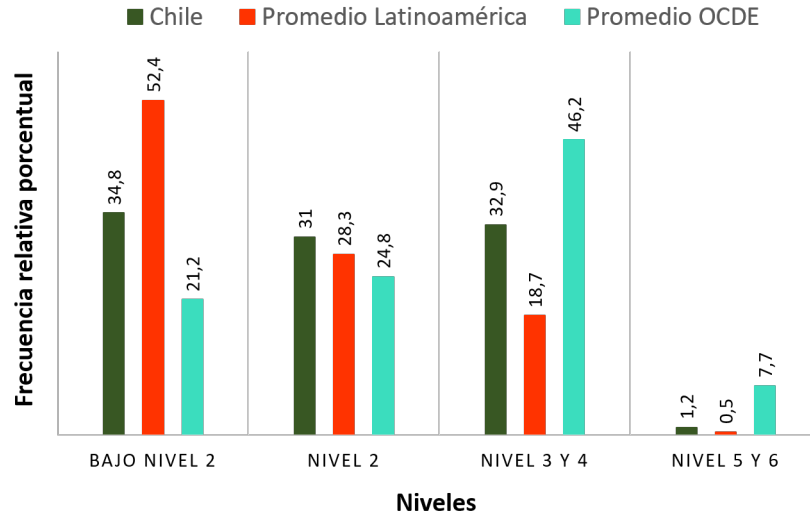


Figura 1.1: Comparación resultados obtenidos por Chile, Latinoamérica y promedio OCDE en PISA 2015. Agencia de Calidad de la Educación, s.f. Recuperado de: <http://archivos.agenciaeducacion.cl>

Como se puede apreciar en la figura 1.1 los resultados de Chile más altos que los del promedio latinoamericano, pero respectivamente bajos según el promedio de la OCDE. Además el nivel máximo alcanzado sólo es obtenido por aproximadamente un 1 % del estudiantado que rindió la prueba. En esta evaluación casi un 65 % de los estudiantes obtuvieron los niveles inferiores, comparándolo con un 46 % obtenido en promedio entre los países de la OCDE (Agencia de Calidad de la Educación, sfa). Por otro lado se tiene la figura 1.2, la cual muestra los resultados de Chile según las áreas que abarca PISA de ciencias.

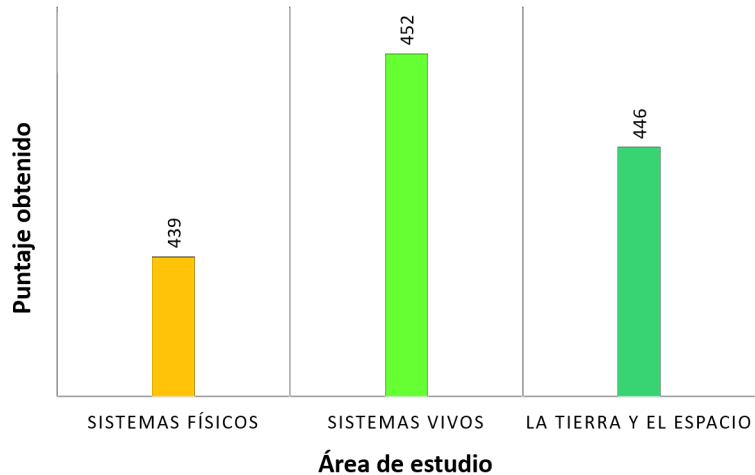


Figura 1.2: Resultados obtenidos por Chile en PISA 2015 según área de estudio Agencia de Calidad de la Educación, s.f. Recuperado de: <http://archivos.agenciaeducacion.cl>

Lo que se puede apreciar de la figura 1.2, es un menor rendimiento asociado a la comprensión de sistemas físicos en comparación con los otros sistemas, y se destaca que el mejor resultado obtenido en la evaluación de ciencias fue Singapur con 556 puntos (Agencia de Calidad de la Educación, sfa). Asociado a estos bajos puntajes en el subsector de sistemas físicos se puede hipotetizar que los estudiantes no comprenden el tema de sonido, eje principal de este seminario de grado.

Por otra parte, la prueba SIMCE (Sistema de Medición de Calidad de la Educación) fue creada el año 1988, el cual tiene como objetivo proveer de información para mejorar la calidad y la equidad de la educación de Chile (Agencia de Calidad de la Educación, sfb). Desde el 2012 la prueba evalúa los logros de los contenidos y habilidades del currículum nacional vigente en diferentes asignaturas. Esta es una prueba que se aplica a todo el estudiantado del país que cursa el nivel a evaluar (Agencia de Calidad de la Educación, sfb).

SIMCE se aplica en las asignaturas de Lenguaje y Comunicación; Matemáticas; Ciencias Naturales; Historia, Geografía y Ciencias Sociales e Inglés, aplicándose en los niveles de 2°, 4°, 8° EB, 2° y 3°EM.

La última vez que se realizó la evaluación SIMCE de ciencias fue el año 2016, donde se observa una disminución en el área de ciencias naturales de 8 puntos respecto al año 2014,

obteniéndose un puntaje de 242 puntos. Se recalca la disminución de los resultados debido a la baja en las asignaturas de Física y Química (Agencia de Calidad de la Educación, sfb).

Esta evaluación, a diferencia de la prueba PISA, se enfoca más en medir el conocimiento que han podido desarrollar en su educación, más que las habilidades a desarrollar por área. En específico en la prueba de ciencias naturales de 2°EM se evalúan los ejes temáticos de: Estructura y función de los seres vivos, organismos, ambiente y sus interacciones, materia y sus transformaciones, fuerza y movimiento, Tierra y Universo (Agencia de Calidad de La Educación, 2016).

1.1.2. El sonido en el currículum nacional de primero medio

En esta sección se analizan las Bases Curriculares creadas por el Ministerio de Educación en 2016. Específicamente se analiza el eje de Física del programa de estudios de ciencias naturales de 1°EM, específicamente la Unidad 3: *Percepción sonora y visual y ondas sísmicas*, enfocándose en los contenidos asociados al sonido y el oído humano. Se estudiará en profundidad los objetivos de aprendizaje (OA), los indicadores de evaluación (IE) y las actividades sugeridas. A continuación, se realiza un análisis de cada parte mencionada.

El objetivo de aprendizaje OA 12 plantea *la exploración y la descripción del funcionamiento del oído y ojo humano considerando la recepción de ondas sonoras y luminosas, el espectro sonoro y de luz visible, sus capacidades, limitaciones y consecuencias sociales y la tecnología correctiva*. (Bonil, Márquez & Pujol, 2007) plantean que el trabajo con modelos completos del ser humano ayudan a enseñar ciencias desde una perspectiva más amplia, abarcando el estudio de los procesos realizados por el cuerpo desde una perspectiva más compleja, donde todos los sistemas se encuentran involucrados. “Trabajar el cuerpo humano desde esta perspectiva no solo favorece la construcción del modelo de ser vivo, también posibilita la construcción del modelo de persona dado que abre las puertas a interactuar directamente con el campo de las ciencias sociales” (Bonil, Márquez y Pujol, 2007, p. 191). Como plantean los autores anteriores, el cuerpo humano no solo se debe analizar desde la perspectiva científica, de un modo biológico, físico y químico; sino también desde una perspectiva humana donde se relacione a lo anterior, el hecho las interacciones sociales y cómo estas se ven afectadas cuando el cuerpo humano no funciona como debería.

Por otro lado, el Ministerio de Educación plantea indicadores de evaluación que abarcan tres grandes habilidades: la comprensión, la síntesis y el conocimiento, sin embargo al analizar las actividades se puede evidenciar que la habilidad más potenciada es el desarrollo del conocimiento, dejando de lado las otras dos. Además que se dejan de lado las habilidades de aplicación, análisis y evaluación, las cuales no se encuentran presentes en los indicadores de evaluación del objetivo de aprendizaje mencionado ni en las actividades propuestas. En la siguiente tabla se realiza un resumen de los objetivos de aprendizaje (OA), indicadores de evaluación (IE) y las actividades propuestas.

Objetivos de aprendizaje	Indicadores de evaluación	Actividades Propuestas
<p>OA 12: Explorar y describir el funcionamiento del oído y del ojo humano, considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La recepción de ondas sonoras y luminosas. • El espectro sonoro y de la luz visible. • Sus capacidades, limitaciones y consecuencias sociales. <p>La tecnología correctiva (lentes y audífonos).</p>	1° Explican la función de las estructuras del oído (oído externo, medio e interno) en el proceso de audición del ser humano.	1) <i>El oído</i>
	2° Describen el espectro audible para las personas, considerando variables como la frecuencia y la intensidad sonora.	2) <i>Espectro sonoro y audición</i> , 10) <i>La visión y la audición</i>
	3° Proponen medidas de protección a la contaminación acústica, para las personas y los seres vivos en genera	2) <i>Espectro sonoro y audición</i> , 3) <i>Contaminación acústica</i> , 11) <i>Discriminación a personas con discapacidad auditiva o visual</i>
	4° Clasifican algunas afecciones auditivas, de acuerdo a criterios como estructura dañada, deficiencia auditiva y causa de deficiencia auditiva.	4) <i>Defectos en la audición</i> 10) <i>La visión y la audición</i>

Cuadro 1.1: Fuente: Adaptación de tabla de información oficial (Ministerio de Educación, 2016)

Cada actividad propuesta por el Ministerio de educación presenta habilidades y actitudes de investigación que los estudiantes deben desarrollar a lo largo de estas. En la siguiente tabla se presentan las habilidades y actitudes que se desarrollan en las actividades propuestas asociadas al sonido y audición.

Actividades	Habilidades de investigación	Actitudes
1	<ul style="list-style-type: none"> ■ Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones. ■ Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos cinéticos. ■ Es forzarse y perseverar en el trabajo personal entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con perseverancia y orden.
2	<ul style="list-style-type: none"> ■ Planificar una investigación no experimental y/o documental. ■ Organizar datos cuantitativos y/o cualitativos con precisión. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos cinéticos. ■ Cuidar la salud de las personas y ser conscientes de las implicancias éticas en las actividades científicas

3	<ul style="list-style-type: none"> ■ Formar preguntas y/o problemas, a partir de conocimiento científico. ■ Formular y fundamentar hipótesis comprobables. ■ Planificar diversos diseños de investigaciones experimentales que den respuesta a una pregunta y/o problema sobre la base de diversas fuentes de información científica. ■ Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos. ■ Trabajar, responsablemente, en equipos en la solución de problemas científicos. ■ Manifestar pensamiento crítico y argumentar en base a evidencias válidas y confiables. ■ Cuidar la salud de las personas y ser consciente de las implicancias éticas en las actividades científicas.
4	<ul style="list-style-type: none"> ■ Planificar una investigación no experimental y/o documental. ■ Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos.

10	<ul style="list-style-type: none"> ■ Formar preguntas y/o problemas, a partir de conocimiento científico. ■ Planificar una investigación no experimental y/o documental. ■ Discutir de forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos. ■ Manifestar pensamiento crítico y argumentar en base a evidencias válidas y confiables. ■ Cuidar la salud de las personas y ser consciente de las implicancias éticas en las actividades científicas.
11	<ul style="list-style-type: none"> ■ Organizar el trabajo colaborativo. ■ Evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla. ■ Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas. ■ Discutir de forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos. ■ Trabajar, responsablemente, en equipos en la solución de problemas científicos. ■ Cuidar la salud de las personas y ser consciente de las implicancias éticas en las actividades científicas.

Cuadro 1.2: Fuente: Elaboración propia con base en información oficial (Ministerio de Educación, 2016)

Por otra parte, las grandes ideas científicas planteadas por el Ministerio de Educación para

esta parte de la unidad no se llegan a abarcar desde todos los puntos de vista. En este caso para la gran idea 1: *“Los organismos tienen estructuras y realizan procesos para satisfacer sus necesidades y responder al medioambiente”* (Ministerio de Educación, 2016) . Se deben plantear actividades donde la Biología y la Física tengan un rol relevante y hacer una correlación entre ambas áreas, y así obtener un estudio complejo y no seccionado del cuerpo humano desde el punto de vista de las ciencias ya mencionadas. De la misma manera para la gran idea 6: *“La cantidad de energía en el Universo permanece constante”* (Ministerio de Educación, 2016) las actividades planteadas no dejan en clara evidencia la conservación de energía, ya que no se aborda el concepto de energía en estas.

Para analizar las actividades propuestas por el Ministerio de Educación para la sección de audición de la Unidad 3, se realizó una comparación entre las actividades, las habilidades y actitudes anteriormente mencionadas. De igual forma se comparan las actividades con las grandes ideas de la ciencia planteadas para esta unidad con los indicadores de evaluación. A continuación se analizarán a profundidad las actividades.

La primera actividad: *El oído*, plantea la confección de un afiche de la anatomía del oído, donde se rotulan las partes de éste y sus funciones. Luego se plantean las preguntas *¿Cuáles son las partes del oído que vibran en forma mecánica?* y *Describen el proceso de audición en una persona, desde que percibe un sonido en el oído externo hasta que se transforma en un impulso eléctrico en el nervio auditivo* (Ministerio de Educación, 2016). En esta actividad, se plantea un estudio estructurado del oído sin un modelo físico para analizar. Lo propuesto por el Ministerio de Educación es de carácter anatómico y funcional, por lo que perfectamente ésta actividad se podría realizar para estudiar el oído o el sistema auditivo en Biología. El realizar un afiche donde se pueda ver el oído y sus partes no presenta un apoyo a la física que se encuentra involucrada en esta parte del cuerpo, ya que no permite dislumbrar los fenómenos físicos que existen en el proceso de audición. Las preguntas planteadas para esta actividad no pueden ser respondidas desde lo realizado; la primera porque los estudiantes no pueden observar cual es la parte del oído que vibra, por lo que esta pregunta se debería responder por los conocimientos extraídos desde alguna fuente de información y no por una experimentación o descubrimiento de ellos; la segunda, porque no se puede evidenciar “el viaje” de la onda sonora desde que es emitida hasta ser transformada en una señal bioeléctrica, por lo que otra vez los estudiantes

deberán responder desde la información obtenida.

Al comparar la actividad propuesta por el Ministerio de Educación (2016) con el indicador de evaluación 1° *Explican la función de las estructuras del oído en el proceso de audición humana*, se piensa que es logrado parcialmente ya que, como fue mencionado anteriormente, la actividad sólo genera un entendimiento del oído humano a nivel anatómico dejando de lado el funcionamiento de cada parte del oído en el proceso de la audición humana en términos físicos. En el caso de las habilidades de investigación propuestas por el Ministerio de Educación (2016), los cuales van enfocados al uso de modelos y la argumentación en base a evidencias científicas, se cree que se logra describir los procesos mecánicos del sistema auditivo humano pero al ser un modelo de dos dimensiones no funcional no ayuda a predecir, apoyar explicaciones ni explicar o argumentar con evidencias basadas en estudios científico.

Luego si se analizan las actitudes a desarrollar propuestas por el Ministerio de Educación (2016), las cuales plantean el interés por los fenómenos científicos y la manifestación de pensamiento crítico. Se piensa que al realizar un afiche mostrando cada parte del oído no es suficiente para que los estudiantes muestren un interés real por conocer y comprender la ciencia debido a que en la actividad predomina la memorización y no el análisis, lo cual dificulta que se desarrolle el interés por la ciencia. De igual manera sucede con la segunda actitud propuesta para esta actividad; las preguntas apuntan a respuestas concretas donde el estudiante no pone en juego sus habilidades y conocimientos dificultando el desarrollo del pensamiento crítico y la argumentación científica en los estudiantes.

La segunda actividad: *Espectro sonoro y la audición* consta en la realización de una investigación sobre los límites de la audición humana y responder preguntas asociadas. Esta actividad apunta a la investigación de los límites de la audición humana, estudiando su rango en hertz y decibeles y los sonidos de diferentes fuentes.

Las preguntas propuestas por el Ministerio de Educación (2016), *¿Qué puede dañar el oído: la frecuencia o la intensidad del sonido que se escucha?* y *¿Qué es peligroso para un oído sano, un sonido con mucha o con poca energía?* se pueden responder sin la necesidad de realizar una investigación enfocada al rango de audición del ser humano; por lo que la investigación a

realizar debe ser más amplia de lo que se propone inicialmente, y así investigar con mayor profundidad el funcionamiento del sistema auditivo, sus capacidades y limitaciones. Por otro lado, las preguntas *¿Qué precauciones deben tenerse en cuenta al escuchar música con audífonos?* y *¿Por qué es peligroso conducir un vehículo, incluyendo la bicicleta, escuchando música con audífonos?* se pueden responder en base al sentido común, dejando de lado la investigación científica y descontextualizando la importancia del cuidado del sistema auditivo y los efectos sociales que se tienen si este se encuentra dañado. Si bien la información que se pide indagar ayuda a generar una respuesta más completa, no se hace necesaria la búsqueda de ésta. Finalmente las preguntas *¿El oído de animales, como el perro, se comporta de igual forma que el oído humano?* y *¿Qué son los infrasonidos y los ultrasonidos?, ¿qué animales pueden percibirlos?* no se pueden responder mediante la investigación realizada.

Como se logra evidenciar las preguntas propuestas por el Ministerio de Educación para esta actividad no pueden ser respondidas a cabalidad, ya que dicha investigación es acotada respecto a las preguntas planteadas. Si bien esta actividad está propuesta para abordar los indicadores de evaluación 2° *Describen el espectro audible para las personas, considerando variables como la frecuencia y la intensidad sonora* y 3° *Proponen medidas de protección a la contaminación acústica, para las personas y los seres vivos en general* (Ministerio de Educación, 2016), se cree que esta actividad es capaz de abordar el indicador de evaluación 2° de manera parcial debido a que los estudiantes serán capaces de distinguir el rango audible del ser humano entre otros ejemplos, pero no podrán describir por qué el ser humano tiene ese rango de frecuencia audible. En el caso del indicador de evaluación 3° carece de sentido ya que en la actividad no se abordan medidas de protección contra la contaminación acústica.

Al comparar las habilidades de investigación relacionadas con la actividad “Planificar una investigación” y “organizar datos”, se piensa que la habilidad de planificar una investigación no se ve lograda completamente ya que la actividad no está diseñada para que los estudiantes planifiquen una investigación no experimental y/o documental, sino que sólo se limita a buscar información concreta y acotada. De forma contraria sucede con la habilidad de organizar datos con precisión, se cree que esta habilidad se logra debido a que al realizar una tabla comparativa se desarrolla la capacidad de organizar datos cualitativos y/o cuantitativos.

Al analizar las actitudes a desarrollar en esta actividad "Mostrar interés por fenómenos científicos" y "desarrollar conciencia sobre la salud de los seres vivos y las implicancias éticas de la actividad científica". Se piensa que se desarrolla parcialmente el interés científico ya que, según (Covarrubias & Pantoja, 2016), los aprendizajes basados en problemas (ABP) o preguntas contextualizadas fomentan el protagonismo del estudiante en su aprendizaje y desarrolla habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas; pero en esta actividad no se ven reflejadas estas características, sino que el rol de los estudiantes es pasivo; si bien es ella o él quien busca la información, esto no asegura un aprendizaje activo. Igualmente la actitud ética frente a la actividad científica se logra parcialmente debido a que es abordada en dos preguntas: *¿Qué precauciones deben tenerse en cuenta al escuchar música con audífonos?* y *¿Por qué es peligroso conducir un vehículo, incluyendo la bicicleta, escuchando música con audífonos?* ya que apuntan al cuidado de las personas, pero no responden a la comprensión de la ética en la ciencia.

La tercera actividad: *Contaminación acústica* consta de dos partes. Inicialmente plantea preguntas de carácter introductorio enfocadas a la diferencia entre sonido y ruido, su intensidad y energía y las precauciones y cuidados que hay que tener. En la segunda parte se plantea la realización de una investigación con recolección de datos con el fin de identificar cual es el nivel de contaminación dentro del recinto educacional y las consecuencias que ésta tiene a nivel biológico, psicológico y social y su forma de mitigarla. Esta parte de la actividad sólo se limita a la identificación de la contaminación acústica pero no se pueden evidenciar los efectos que esta tiene sobre el oído humano, cómo va cambiando biológicamente y cómo éste cambio tiene consecuencias en los parámetros de audición normales y en la conducta humana.

Esta actividad está diseñada para abordar el indicador de evaluación 3° *Proponen medidas de protección a la contaminación acústica para las personas y los seres vivos en general* (Ministerio de Educación, 2016), si bien los estudiantes diseñan afiches con los resultados de su investigación, no se proponen medidas de protección ni mitigación ante la contaminación acústica dentro del establecimiento educacional.

Las habilidades de investigación asociadas a esta actividad están relacionadas con el formular preguntas e hipótesis de carácter científico, planificar diseños de investigación que den

respuestas a las preguntas planteadas y poder argumentar científicamente. Estas habilidades son logradas de manera óptima si es que la actividad es orientada debidamente por el docente que debe adoptar un rol de guía para que se logre desarrollar una investigación científica.

En el caso de las actitudes propuestas: Monstrar interés por fenómenos científicos, trabajo en equipo, desarrollo del pensamiento crítico y desarrollar conciencia sobre la salud de los seres vivos y las implicancias éticas de la actividad científica. Se cree que no se apropia de manera correcta el interés por fenómenos científicos debido a que los estudiantes no desarrollan una comprensión de lo que sucede a nivel físico y biológico cuando el oído se encuentra frente a la contaminación acústica, sino que se enfoca en las consecuencias que tiene la contaminación acústica y no sobre el fenómeno en sí. En el caso de las otras actitudes, se piensa que se desarrollan gracias al carácter investigativo en equipo de la segunda parte de la actividad, pero en relación a la solución de problemas científicos la actividad queda al debe.

En la cuarta actividad: *Defectos en la audición* nuevamente se solicita realizar una investigación sobre las diferentes afecciones de la audición (como el vértigo, la sordera, los acúfenos, la otitis, los tapones de cera y la supuración de oídos) y las soluciones que se han diseñado. Se cree que para esta actividad no es adecuado realizar una nueva investigación, ya que con ésta no se están desarrollando más habilidades en los estudiantes, sino que se está incentivando a la memorización del contenido más que una construcción del conocimiento por parte de los estudiantes. También investigan sobre las soluciones aportadas por la tecnología y los cuidados que hay que tener con los oídos y además, responden la siguiente pregunta: *Si bien el sentido del equilibrio está estructuralmente unido a nuestros oídos, ¿en qué consiste?*, se cree que esta última pregunta no tiene conexión con la investigación realizada, si bien se investiga el equilibrio al investigar sobre el vértigo, no consta de una investigación en sí ni está relacionado con las afecciones.

Esta actividad cumple con el indicador de evaluación 4º *Clasifican algunas afecciones auditivas, de acuerdo a criterios como estructura dañada, deficiencia auditiva y causa de deficiencia auditiva*, pero como se propone en el programa de estudios se podría realizar en la clase de Biología para el contenido del sistema auditivo, ya que no se encuentra enfocada a la física del oído humano. Por otro lado en todas las enfermedades o situaciones propuestas a investigar

existe una falla biológica del sistema, la cual afecta a la física del mismo. Esto no se puede evidenciar con una búsqueda de información, por lo que los estudiantes no podrán arribar a la comprensión plena del sistema auditivo desde una perspectiva física.

Al hacer un paralelo entre las habilidades de investigación: Planificar una investigación y argumentar científicamente. Se piensa que la información que deben buscar los estudiantes es acotada, por lo que no se da espacio a la planificación de una investigación, a la reflexión, explicación ni a la argumentación. Nuevamente se está en frente a una actividad donde los estudiantes tienen una actitud pasiva frente al aprendizaje, donde su acción se limita a transcribir información de distintas fuentes.

Por otro lado al hacer el contraste entre las actitudes: Monstrar interés por fenómenos científicos y desarrollar conciencia sobre la salud de los seres vivos y las implicancias éticas de la actividad científica. Se cree que los estudiantes no mostrarán interés por conocer o comprender fenómenos científicos debido a que la actividad no ayuda a entender o asimilar lo que realmente sucede con estas enfermedades en términos físicos y biológicos; sino, como ya se mencionó, se limita a transcribir información. En el caso el desarrollo del pensamiento crítico y la conciencia sobre la salud es abordada parcialmente debido a que no se proponen medidas para cuidar la salud de las personas, sino que sólo está pensada para que los estudiantes sepan identificar cuales son las alternativas de cuidado que tienen aquellas personas con diferentes afecciones auditivas; si bien pueden generar conciencia respecto a esto, esto no asegura el generar un aprendizaje significativo.

En la actividad diez: *La visión y la audición*, se propone una investigación en diferentes fuentes, tales como internet, diarios, libros, entre otros sobre el espectro de las ondas sonoras y de luz y sus diferencias. Luego se propone un situación ficticia donde un estudiante afirma que si un dispositivo de sonido emite una onda con frecuencias del espectro de la luz, este sonido se podría ver. Posteriormente se plantean las siguientes preguntas: *¿Es correcta la afirmación de la o el estudiante? Si es incorrecta, ¿qué le dirían para que la corrija?, ¿Cómo responden al medioambiente las personas con déficit en su capacidad visual y/o auditiva?, ¿Por qué hay personas que, siendo sordas, tampoco pueden hablar? y ¿Por qué las personas no videntes suelen desarrollar más el sentido de la audición?.* Se cree que la primera pregunta aborda los

contenidos indicados en la investigación propuesta, pero las preguntas siguientes no pueden ser resueltas sin que otro tipo de investigación que respalde las respuestas dadas.

Finalmente se propone una segunda situación donde se analiza lo que un estudiante propone sobre un héroe que posee el poder de la invisibilidad y no pierde el sentido de la visión. El estudiante asegura que con este poder el héroe no debería tener visión. Luego los estudiantes deben responder las siguientes preguntas: *¿Es correcta o incorrecta la opinión del alumno o de la alumna?, ¿por qué? y ¿Qué otros errores, desde el punto de vista de la Física, en el campo de la audición y la visión, hay en héroes de diferentes cómics?*

Se piensa que esta actividad intenta relacionar la naturaleza de las ondas de luz y sonido para compararlas y conectarlas con el sentido de la visión y el oído con situaciones que abordan un contexto real o cercano a los estudiantes. Sin embargo se cree que puede llegar a cierto nivel de confusión o ambigüedad en los estudiantes debido a que las situaciones no son cercanas a todo el conjunto de ellos.

Cabe destacar que esta actividad está relacionada con los indicadores de evaluación 2° *Describen el espectro audible para las personas, considerando variables como la frecuencia y la intensidad sonora* y 4° *Clasifican algunas afecciones auditivas, de acuerdo a criterios como estructuras dañadas, deficiencia auditiva y causa de deficiencia auditiva*, pero estos no se abordan correctamente en la actividad ya que las preguntas no relacionan frecuencia con intensidad o las afecciones auditivas, sólo se menciona la sordera pero la pregunta apunta a las consecuencias de ésta y no el efecto físico y biológico de la afección.

Al hacer la comparación de las habilidades de investigación: Formular preguntas científicas, planificar investigación y discutir para diseñar una investigación científica con lo propuesto por el Ministerio de Educación en esta actividad, se puede mencionar que con la primera investigación, no se está fomentando el desarrollo de formulación de preguntas científicas ni la discusión para diseñar una investigación científica y al ser preguntas contextualizadas, ayudan a que los estudiantes tengan mayor cercanía con el tema que se está tratando, logrando la relación de conceptos, poner en juego sus conocimientos y practicar la argumentación científica de manera oral y escrita. En el caso de la planificación de una investigación, como se ha tratado en otras

actividades, buscar información y transcribir no aporta a la planificación de una investigación debido a que los estudiantes no tienen un criterio para decidir si la información que han encontrado es errónea o es verídica, por lo que sólo se limita al desarrollo del conocimiento, más específicamente memorización de contenidos.

Por otro lado, al analizar las actitudes a desarrollar en la actividad, se encuentran: Mostrar interés por fenómenos científicos, desarrollo del pensamiento crítico y desarrollar conciencia sobre la salud de los seres vivos y las implicancias éticas de la actividad científica, se piensa que el pensamiento crítico es promovido dentro de la actividad gracias a las situaciones propuestas donde los estudiantes deben argumentar basándose en la investigación y los conceptos previos; de igual manera sucede con el mostrar interés por los fenómenos científicos. Al contextualizar las preguntas a un entorno familiar y/o conocido por los estudiantes (como lo son los héroes), ayudan a fomentar el interés por los fenómenos científicos. Finalmente el desarrollo de conciencia sobre la salud y las implicancias éticas de la actividad científica no son completamente abordados en la actividad, si bien los estudiantes analizan qué sucedería con aquellas personas que carecen del sentido de la visión o la audición, las preguntas no apuntan al cuidado de las personas con dichas carencias, sino que sólo se informan al respecto pero no se ejecuta un plan y no se dan propuestas al respecto del cuidado de las personas.

Finalmente la actividad once: *Discriminación a personas con discapacidad auditiva o visual* consta de dos partes, la primera se propone un juego que tiene como fin el crear conciencia sobre aquellas personas que carecen del sentido de la visión, pero como no es parte de esta investigación, no se analizará. La segunda parte de la actividad consta en la investigación de material legislativo que favorezcan la integración de personas con necesidades especiales en audición y visión, además de la creación de una ley para evitar la discriminación negativa de las personas con este tipo de necesidad especial. Esta actividad es propuesta para abordar el indicador de evaluación 3° *Proponen medidas de protección a la contaminación acústica para las personas y los seres vivos* pero no se observa la presencia de preguntas o instrucciones respecto a la contaminación acústica, por lo que este indicador de evaluación carece de sentido para esta actividad.

Al analizar las habilidades de investigación propuestas para esta actividad: Organizar el

trabajo colaborativo, evaluar la investigación con el fin de perfeccionarla, discutir para diseñar una investigación científica y argumentar científicamente. Se considera que se desarrolla la evaluación de la investigación científica y la argumentación científica, ya que son abordadas en la segunda parte de esta actividad debido a que al indagar sobre leyes de integración para personas con necesidad especiales en audición y visión, los estudiantes generan puntos de vista respecto a lo que el país quiere para estas personas, y así al analizar estos documentos se encuentran falencias y fortalezas de estos, generando conciencia sobre el tema; por lo que al momento de generar su propia ley los estudiantes serán capaces de argumentar su propuesta basándose en lo indagado. Por otro lado, la organización del trabajo colaborativo y discutir para diseñar una investigación científica se encuentran abordadas en la primera parte de esta actividad ya que es de carácter grupal.

Por otra parte, las actitudes propuestas para esta actividad son: Mostrar interés por fenómenos físicos, trabajar en equipo en la solución de problemas científicos, desarrollar conciencia sobre la salud de los seres vivos y las implicancias éticas de la actividad científica. Si bien los estudiantes toman conciencia sobre la carencia del sentido de la visión y de la audición, las implicancias éticas en las actividades científicas no se fomentan a lo largo de la actividad; no existe ninguna pregunta referente al análisis de la participación científica en estas leyes. Por otro lado, no se ve reflejado el mostrar interés por fenómenos científicos en la segunda parte de la actividad, ya que los estudiantes no indagan sobre fenómenos científicos, sino que buscan información sobre leyes de integración de personas con necesidades especiales de audición y visión, por lo que el interés que se debe generar es hacia este tipo de documentos. El trabajo en equipo en la solución de problemas científicos se ve reflejada en la primera actividad debido a que es de carácter grupal.

Como se plantea en los propósitos de la unidad, esta está enfocada en el análisis de la visión y la audición como uno de los sentidos más importantes en la comunicación humana, teniendo como foco la descripción de la estructura del oído y el ojo y su función física (Ministerio de Educación, 2016). Sin embargo existe sólo una actividad sugerida donde se evidencia este propósito, la cual se encuentra enfocada a la falta de visión, excluyendo la falta de audición. En la propuesta ministerial se deja de lado la naturaleza humana de los sentidos, el cómo se siente a través de los sentidos corporales, las diferentes formas de percibir el mismo estímulo,

dependiendo del género, de la cultura y la sociedad en donde una persona se encuentra inmersa (Sabido, 2016).

Además en el propósito de la unidad se plantea que las principales habilidades que se desean reforzar en esta unidad son las de registro y recolección en investigaciones de carácter no experimental, pero se cree que no cumplen a cabalidad con los objetivos de la unidad. Cuando se plantea la creación y el uso de modelos, no se especifica desde qué parámetro se está utilizando la palabra modelo.

1.2. Preconceptos de sonido

Junto con el análisis de lo propuesto por el Ministerio de Educación para Física, en particular sonido y audición en las Bases Curriculares actuales de 1° EM, se hace necesario la identificación de preconceptos existentes relacionados con sonido y audición que pueden presentar los estudiantes. Se conoce el término preconcepto como ideas previas, conceptos erróneos, concepciones alternativas, marcos alternativos, creencias ingenuas, concepciones ingenuas, ideas erróneas (Bolat & Sözen, 2011). Se entenderá como preconceptos a aquellas ideas alternativas al modelo científico escolar, en otras palabras, las ideas alejadas al modelo enseñado.

Estos preconceptos son un factor de importancia ya que obstruyen el aprendizaje significativo y permanente de los estudiantes (Bolat & Sözen, 2011), por lo que la situación constituye un obstáculo para el aprendizaje de conceptos académicos correctos. Para que los estudiantes puedan aprender correctamente, primero se debe tener conocimiento de estas ideas previas del estudiantado (Bolat & Sözen, 2011).

Independiente del nivel, las ideas previas se encontrarán presentes en las clases. Sözen y Bolat (2011) estudiaron las preconcepciones de sonido en estudiantes de primaria, obteniendo como resultado de la investigación que los estudiantes piensan que el sonido se escucha a través de la vibración y que la materia se mueve en la misma dirección de propagación del sonido. Además mencionan que los estudiantes no son conscientes de que las partículas en el medio transferían energía generando que las partículas del medio vibren u oscilen (Bolat & Sözen,

2011).

A pesar de que en la educación secundaria o enseñanza media (para el caso de Chile) los estudiantes tienen clases de ondas y sonido, hay ideas que siguen existiendo hasta en estudiantes de educación superior; como lo muestran las autoras Aiziczon y Cudmani, las cuales vislumbraron las preconcepciones de sonido y audición en estudiantes de segundo año de medicina donde destacan cuatro preconcepciones. Los estudiantes comprenden el sonido como una onda o un fenómeno físico, sin dar más detalles ni recalcar que el sonido es una onda, también se menciona la idea del el sonido como audición y el sonido como comunicación. Finalmente se destaca que los estudiantes no discriminan el sonido como fenómeno físico de la percepción acústica (Aiziczon & Cudmani, 2007).

Linder y Erickson (1989) realizaron un estudio también en estudiantes de educación superior, específicamente con egresados de Física o Ingeniería que realizan un máster en docencia. Ellos destacan que existen dos perspectivas para analizar los preconceptos de sonido, a nivel microscópico y a nivel macroscópico.

A nivel microscópico se destacan dos ideas: Que el sonido es una entidad que es transportada por moléculas individuales a través de un medio y que el sonido es una entidad que se transfiere de una molécula a otra a través de un medio. En esta escala se tiende a retrarar el sonido como una “cosa” o bien que es algo transportado por las moléculas al momento de colisionar dentro del medio (Linder & Erickson, 1989).

A nivel macroscópico también se encuentran dos preconceptos: El sonido es una sustancia limitada que viaja con ímpetu, generalmente en forma de flujo de aire y que el sonido es una sustancia limitada en forma de patrón de viaje (Linder & Erickson, 1989). En esta escala el sonido se considera como un tipo de sustancia que se propaga por medio de colecciones de moléculas que se mueven a través de un medio, siendo capaz de ejercer una fuerza (Linder & Erickson, 1989).

En concordancia con lo anterior, poder erradicar estas ideas de los estudiantes es complejo, ya que es la forma que tienen ellos para explicar los fenómenos de su entorno. Como destacan

Linder y Erickson (1989) el resolver problemas de algún capítulo no es suficiente para generar el tipo de comprensión que se requiere para enseñar un determinado tema en Física. También se debe tener consciencia de que muchos términos científicos son utilizados en nuestro lenguaje ordinario pero con distintas aseveraciones y funciones lingüísticas, por lo que los docentes y estudiantes deben ser conscientes de estas diferencias entre un lenguaje coloquial y el científico (Linder & Erickson, 1989).

Además de los preconceptos antes mencionados existen otros más como los que destacan New York Science Teacher en su página web, de los cuales se destacan los referidos audición y sonido:

- La sonoridad y el tono de los sonidos se confunden entre sí.
- Golpear un objeto más fuerte cambia su tono.
- En un teléfono, los sonidos reales se transmiten a través del cable en lugar de impulsos eléctricos.
- Los sonidos de la voz humana son producidos por una gran cantidad de cuerdas vocales.
- El sonido se mueve más rápido en el aire que en los sólidos porque el aire es "más delgado" forma una barrera menor.
- El sonido se mueve entre las partículas de la materia (en el espacio vacío) en lugar de la materia.
- En instrumentos de viento, el instrumento mismo vibra, no la columna de aire interna.
- A medida que las ondas se mueven, la materia se mueve junto con ellas.
- El tono de un diapasón cambiará a medida que "se ralentiza" o "golpea" sin energía.

(New York Science Teacher, sf)

La identificación de los preconceptos por parte del docente es relevante, ya que teniendo en conocimiento estos podrá abordar los temas desde una perspectiva donde enfrente la explicación del estudiante y la ponga en duda, para realizar la construcción del conocimiento científico

escolar. En esta Propuesta de Aprendizaje se identificarán los preconceptos de los estudiantes en un diagnóstico y dentro de las mismas clases de la Propuesta de Aprendizaje, los cuales serán enfrentados en las clases para realizar un aprendizaje del modelo científico relacionado con sonido y audición.

1.3. Problema de investigación

Si se analiza a grandes rasgos las actividades propuestas por el Ministerio de Educación en las Bases Curriculares del 2016 son todas de recolección de información, si bien el estudiante es responsable de su aprendizaje, se promueve un aprendizaje pasivo y de tipo memorístico por lo que se desarrolla la habilidad del conocimiento, dejando de lado otras habilidades como la comprensión, el análisis, la aplicación, la síntesis y la evaluación. Por lo que esta parte de la Unidad 3, el oído humano y su audición, se encuentra desequilibrada. Se debiese incentivar el trabajo cooperativo y la construcción del conocimiento para poder comprender a cabalidad el funcionamiento físico del oído y la relación de éste con la Anatomía y la Biología.

Como dicen Bonil, Márquez y Pujol (2007) se suele enseñar el cuerpo humano segmentariamente, donde las funciones que realizan no se encuentran conectadas entre sí. Se realiza un fraccionamiento del cuerpo humano y del conocimiento, descontextualizando algunos procesos y funciones de éste. La ciencia plantea que un cuerpo es más que la suma de sus partes. Lo propuesto por el Ministerio de Educación cae en un estudio segmentado y descontextualizado del oído respecto a la Biología y la Física involucrada, planteando un estudio sistematizado del oído humano desde una perspectiva Anatómica y Física sin involucrarlas, dejando de lado la experimentación, el trabajo con maquetas, la relación que tiene el cuerpo humano, y el oído en particular con su entorno y cómo nos va modificando, entre otros.

El presente seminario de grado tiene por objetivo estudiar, desde un punto de vista transversal entre la Biología y la Física, el funcionamiento del oído humano y vincularlo con los Objetivos de Aprendizaje correspondientes a 1° EM de las Bases Curriculares vigentes.

1.3.1. Objetivo general

El objetivo general de este seminario de grado es construir una Propuesta de Aprendizaje donde los estudiantes de 1° EM relacionen el funcionamiento del oído con la interacción de ondas sonoras, desde un punto de vista mecánico y bioeléctrico, de manera que vinculen el estudio de las ondas con la percepción de su entorno.

1.3.2. Objetivos específicos

A continuación se presentan los objetivos específicos del seminario de grado:

- Caracterizar las partes del oído y sus funciones desde un punto de vista Físico y Biológico.
- Elaborar una Propuesta de Aprendizaje sobre sonido y audición para estudiantes de 1° EM.
- Elaborar recursos para el estudio de las ondas sonoras y simular la audición humana.
- Validar la Propuesta de Aprendizaje a través de la implementación de la misma.
- Validar la Propuesta de Aprendizaje por juicio de expertos.
- Refinar la Propuesta dado las validaciones.

Capítulo 2

Marco teórico

En este segundo capítulo se presentarán los sustentos teóricos de la Propuesta de Aprendizaje. Estos temas son relevantes en las prácticas pedagógicas en ciencias, desde un concepto más amplio de la labor docente, como lo es el paradigma socioconstructivista hasta puntos más concretos de la enseñanza de las ciencias como lo son el traspaso progresivo del control, el trabajo con adolescentes, el concepto de modelo, las prácticas científicas y educación STEAM integrada.

2.1. Paradigma socioconstructivista

El siglo XXI, sin duda, se ha protagonizado por el cambio o transformaciones en todos los ámbitos como lo es la economía, la ciencia, las comunicaciones. Inevitablemente este cambio se ve reflejado en el diario vivir de las personas, ya que el desarrollo del ser humano está íntimamente ligado con su interacción en el contexto sociohistórico-cultural. Esto implica que cada persona entiende la realidad de manera distinta, dependiendo del lugar, la época histórica, la cultura en donde se esté desarrollando. El ser humano al pertenecer a una cultura se apropia de los signos, que son de origen social, para posteriormente internalizarlos (Chaves, 2001). Esta cultura en la cual el ser humano se desarrolla es diversa, ya que depende del contexto en el cual éste se encuentre. Este contexto es de carácter histórico, político, económico y social, lo cual genera una diversidad de contextos por lo que se genera una diversidad cultural.

Al ser las escuelas un lugar donde asisten diversas personas, se observa el mismo fenómeno, una diversidad cultural. Al existir diversos contextos, es decir, distintas realidades para cada

estudiante perteneciente a la escuela, da como resultado una gran diversidad. Es por esta razón que la enseñanza debe considerar el contexto en el cual se desarrolla el estudiante e incluirlo en el proceso de aprendizaje, así el estudiante dota de sentido y significado a lo que está aprendiendo. Dado esto, se hacen necesarias nuevas estrategias en la enseñanza que comiencen desde un análisis de la realidad y del estudio de teorías que contribuyan a interpretar y enriquecer la práctica pedagógica (Chaves, 2001).

En educación, se ha estado trabajando con el paradigma socioconstructivista como la “nueva estrategia”. Este paradigma impulsado por Vigotsky propone al estudiante como un ente social, activo y protagonista de su aprendizaje, donde es él el que reconstruye el conocimiento ligando lo que ya sabe con lo que se le está enseñando. Al inicio este proceso lo genera de forma individual y posteriormente, según como el docente genere las interacciones en el aula, se hará de forma grupal, potenciando así la construcción colectiva del conocimiento.

Vigotsky además plantea la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), que se entiende por la distancia entre el nivel de desarrollo real (lo que el estudiante sabe o puede hacer) y el desarrollo potencial (lo que debería alcanzar) y esto se logra al establecer al estudiante un nivel de dificultad (Flores, 2017). Al plantearle una situación problemática al estudiantado, el docente cumple un rol de mediador o guía entre el aprendizaje y el estudiante hasta que alcance el objetivo, por lo que el estudiante debe enfrentarse a la problemática de forma más autónoma que en una metodología tradicional. Posteriormente se evalúa el desempeño del estudiante ante el desafío planteado; aquí el estudiante debe ser capaz de realizar de forma autónoma lo que se le está pidiendo (Chaves, 2001). Una vez logrado lo anterior, el estudiante ha alcanzado el objetivo planteado en la ZDP, por lo que el siguiente desafío debe ser más complejo que el anterior. Es importante que el docente genere espacios de evaluación donde los estudiantes interactúan entre sí, guiados por el docente, para revisar las ideas comunes y así construir el conocimiento en conjunto.

Desde este paradigma, se diseñará la Propuesta de Aprendizaje, centrando el desarrollo del conocimiento en el estudiantado y entregándole un rol de guía o facilitador al docente.

2.2. Traspaso progresivo del control

Como se mencionó, parte de lo que los estudiantes aprenden lo hacen con un otro, sus compañeros o profesor. Por lo que las relaciones interpersonales que se establecen dentro del aula son parte del proceso de aprendizaje de los participantes (Coll, Colomina, Onrubia & Rochera, 1992).

Coll (1992) plantea que no es posible analizar lo que los estudiantes aprenden en clases si sólo se analiza sus actuaciones individuales, por lo que el análisis debe estar centrado en las interacciones que se generan entre el docente y los estudiantes. El concepto de interactividad surge a partir de las consideraciones que se deben tener en el quehacer en el aula, es decir, se debe tener en consideración lo que hace el docente, cómo y por qué lo hace y qué hacen los estudiantes, cómo y para qué lo hacen (Coll et al., 1992). Así se define interactividad como la articulación de las actuaciones del profesor y los estudiantes (Coll et al., 1992).

Según esto, cualquier proceso de aprendizaje es el resultado de un proceso de construcción entre el docente y los estudiantes, primero porque el docente construye una secuencia de aprendizaje mediante las interacciones o actividades que realizan sus estudiantes y segundo, porque los estudiantes llevan a cabo aprendizajes que contribuyen nuevos significados (Coll et al., 1992).

En concordancia con lo anterior, Coll (1992) propone el traspaso progresivo del control, el cual sigue la línea socioconstructivista planteada por Vigotsky que a su vez está relacionado con la metáfora del andamiaje planteada por Bruner (Coll et al., 1992). La teoría del andamiaje plantea la sistematización graduada de las tareas o actividades que el docente diseña para facilitar el aprendizaje en los estudiantes (Flores, 2017), por lo que, es una teoría que explica los procesos de avance de los estudiantes a través de la Zona de Desarrollo Próximo (Coll et al., 1992).

El traspaso progresivo del control se enfoca en una construcción progresiva del sistema de significados compartidos (Coll et al., 1992), donde el docente en un principio realiza más interacciones en el aula, protagonizándolas para posteriormente ir disminuyéndolas, tomando un rol de guía o facilitador en las intervenciones entre los estudiantes, así desarrolla autonomía

y aprendizaje colaborativo, realizando un traspaso del control y las responsabilidades a los estudiantes (Coll et al., 1992).

Por otro lado, el traspaso progresivo del control y la responsabilidad es un proceso de construcción progresiva de un sistema de significados compartidos (Coll et al., 1992). Es uno de los mecanismos fundamentales de la influencia educativa, ya que en este proceso los apoyos y ayudas del profesor al aprendizaje de sus estudiantes evoluciona y se modifica para promover y asegurar una actuación cada vez más autónoma y autorregulada por parte del estudiantado al momento de realizar las actividades, de utilizar de manera funcional los contenidos y de gestionar el aprendizaje (Coll, Onrubia & Mauri, 2008), por lo que supone la realización de acciones cada vez más complejas por parte de cada estudiante, y supone a todos los estudiantes cada vez pondrán mayor atención al realizar las actividades propuestas para su aprendizaje (Arrieta, Maiz & Zarandora, 1996).

Esta Propuesta de Aprendizaje es un proceso gradual hacia el traspaso progresivo del control, vale decir, el estudiante no sólo aprende determinados contenidos, sino además logra un control conciente de su aprendizaje incrementando el carácter intencional del mismo. Con ello no sólo mejora el resultado, sino además mejora el proceso de aprendizaje en sí mismo (Coll, Mauri & Onrubia, 2007). Como ya se mencionó, el proceso de aprendizaje es logrado gracias a la interactividad de los participantes, tanto docente como estudiante, por lo que esta Propuesta se basa en las interacciones que genera el docente con los estudiantes, pero principalmente las interacciones que se generan entre los estudiantes como acto promulgador del aprendizaje.

Dentro de este paradigma se trabajan y abordan los conceptos asociados a las clases de ciencias, como lo son el concepto de modelo, las prácticas científicas y el enfoque STEAM.

2.3. Concepto de modelo

El concepto de modelo se enmarca en los procesos de aprendizajes en ciencias, los cuales para esta Propuesta de Aprendizaje se encuentran enmarcados en el socioconstructivismo y en el traspaso progresivo del control.

El concepto modelo posee diversas acepciones dependiendo desde qué perspectiva se esté utilizando. Si se busca su significado la Real Academia Española entrega un total de 11 aseveraciones distintas, donde la más cercana a nuestro paradigma es: *“esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento”* (Real Academia Española, 2017), acepción que no tiene relación y que no define el concepto de modelo utilizado en la enseñanza de las ciencias.

Chamizo (2010) define el concepto de modelo desde distintos puntos de vista, planteando en general que los modelos son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo, con un objetivo específico. Además menciona que las representaciones pertenecen a un grupo de personas que les entregan un sentido y las identifican como tales. Estas representaciones se generan a partir de una construcción contextualizada (Chamizo & Izquierdo, 2005), es decir, que fueron creadas bajo un contexto determinado. El tiempo y lugar histórico en que fueron definidas enmarcan las representaciones, por lo que son de carácter limitado.

Chamizo define la palabra modelo de acuerdo a la analogía y de acuerdo al contexto.

Según la analogía los modelos pueden ser mentales, materiales y matemáticos. Los modelos mentales son representaciones construidas por nosotros para predecir y explicar una situación (Chamizo, 2010), los cuales nacen a partir de preguntas sobre el mundo real. Los modelos materiales o también llamados prototipos, son los modelos a los cuales se tiene acceso empírico y han sido diseñados y construidos para comunicarse con otros. Los modelos materiales o prototipos nacen de la expresión de los modelos mentales. Finalmente, Chamizo define los modelos matemáticos como las ecuaciones construidas para describir la porción del mundo que se está modelando (Malvern, 2000), donde se encuentran incluidas las leyes físicas y químicas

Según el contexto, los modelos pueden ser de carácter científico o didáctico, el primero construye una determinada porción del mundo y el segundo tiene relación con la ciencia escolar (Izquierdo et al, 1999; Izquierdo & Aduriz, 2003), la cual corresponde a los conocimientos construidos y elaborados en un entorno escolar.

La ciencia escolar, no corresponde a la ciencia de los científicos, sino que es una reconstrucción de esta, adaptada al contexto en que se encuentra. El puente conector entre el modelo científico y el modelo didáctico es la transposición didáctica (Chevallard, 1997), donde se realiza una transformación del conocimiento científico de manera que sea posible el aprendizaje de éste. La transposición didáctica es la transformación del conocimiento científico en un conocimiento posible de ser enseñado en un aula específica a unos estudiantes particulares (Chamizo, 2010).

Otros autores como Oh y Oh (2011) y Gutiérrez (2014) han realizado una revisión de la literatura sobre el concepto de modelo y han extraído aspectos consensuados sobre lo qué es un modelo científico. Para estos autores, un modelo científico puede considerarse una conexión entre una teoría y el fenómeno que pretende explicar dicha teoría; con el fin de describir, explicar y predecir el fenómeno, comunicando ideas científicas en el proceso. Dicho fenómeno debe pertenecer al mundo real, ajustándose a lo que se quiere explicar, en otras palabras, los modelos científicos no pretenden (ni pueden) explicar ni son aplicables a todos los fenómenos del contextos existentes. Estos modelos pueden ser modificables y adaptables para responder a otras y/o nuevas necesidades, por lo que tampoco se deben considerar como un sistema rígido y estático.

Para esta Propuesta de Aprendizaje se utilizará la palabra modelo entendiéndose como la definición de Chamizo (2010) como un modelo mental, ya que considera que es importante que el estudiantado realice la construcción de ideas que expliquen un fenómeno. Cuando se quiera hacer referencia a la idea de modelos didácticos se utilizará el concepto de transposición didáctica anteriormente explicado.

2.4. Prácticas científicas

Las prácticas científicas se encaran en el quehacer de la actividad en clases de ciencias, estas se define como la utilización de pruebas para construir teorías, modelos y mecanismos que den explicaciones a sistemas, utilizando estas teorías y modelos para diseñar experimentos y

estudios que entreguen pruebas y resultados (Duschl & Grandy, 2012), por lo que la enseñanza de las ciencias en las escuelas, no debiese estar alejada de esta definición. El analizar situaciones y problemáticas, dando una explicación a través de un modelo o sistema obteniendo resultados fidedignos, debiese ser una de las perspectivas en la enseñanza de las ciencias (Duschl & Grandy, 2012). Las prácticas científicas pueden ser consideradas desde dos perspectivas. La primera, como un contenido íntegro, es decir, desde la epistemología de la ciencia, abarcando el origen y su evolución, de naturaleza procedimental, lo que sería un objetivo de aprendizaje en sí. La segunda perspectiva como una metodología (compatible con otras) para el aprendizaje de las ciencias, por lo que es en sí misma una propuesta didáctica donde los conocimientos pueden ser alcanzados en las prácticas que realizan los estudiantes. Desde esta segunda perspectiva se abordará este concepto en la Propuesta de Aprendizaje.

Las prácticas científicas son de amplio interés en la didáctica de las ciencias, ya que aborda los conocimientos científicos, como los conceptos, procedimientos, competencias, recursos e instrumentos desde una perspectiva integradora en la enseñanza de las ciencias, incluyendo estos conocimientos en prácticas sociales y discursivas que utilizan los científicos para investigar, argumentar y construir modelos y teorías sobre el mundo (Garrido, 2016). En esta misma línea, el énfasis de las prácticas científicas es que los estudiantes participen en estas prácticas de una forma activa, desarrollando habilidades y actitudes claves para la ciencia y la vida en comunidad, dándoles un rol protagónico en el hacer, pensar y hablar ciencias (Couso, 2017).

Las prácticas científicas se pueden englobar en siete acciones (Garrido, 2016) que promueven el hacer, pensar y hablar ciencias, potenciando actitudes y habilidades de carácter científico y social. En concreto, estas prácticas son:

1. Formulación de preguntas de carácter científico.
2. Desarrollo y uso de modelos.
3. Planificación y realización de investigaciones.
4. Análisis e interpretación de datos.
5. Uso del pensamiento matemático y computacional.

6. Construcción de argumentos en base a pruebas.
7. Obtención, evaluación y comunicación de la información.

El objetivo de enseñar ciencias es construir, junto con el estudiantado, los conocimientos del área ligada a las prácticas de la ciencia misma; ya que al realizar esta práctica los estudiantes podrán ir construyendo el conocimiento que se desea que aprendan. La práctica científica, como fue mencionada anteriormente, fomenta un aprendizaje activo en los estudiantes, centrando el proceso de aprendizaje en ellos. Por lo que desde esta visión el estudiante como receptor de un conocimiento científico consensuado, no aplica a la didáctica de las ciencias actuales.

Para poder superar la metodología tradicional, que tiene como base de su paradigma al estudiante pasivo y receptor del conocimiento, algunos autores plantean que las prácticas científicas en el aula son el desarrollo de la comprensión epistemológica de las ciencias (Duschl & Grandy, 2012). Por lo que la utilización de las prácticas científicas en las clases, fomentan el desarrollo y la evaluación del conocimiento científico en prácticas dinámicas y activas, donde los estudiantes desarrollan el conocimiento bajo un contexto social, útil para ellos, donde representan sus respuestas y evoluciones de este, argumentando sus ideas. Una participación de este nivel le permite a los estudiantes tener una apreciación sobre la diversidad de resultados y métodos que se tiene en la investigación, la creación de modelos y las explicaciones del mundo que los rodea. Se establece que los estudiantes aprenden mejor ciencias de una manera activa, realizando discusiones entre los grupos, argumentando, desarrollando habilidades de nivel cognitivas y sociales en el pensamiento científico.

2.5. Educación STEAM integrada

Desde la mirada del paradigma socioconstructivista, las personas se desarrollan bajo el contexto que la sociedad se ve inmersa y todo aquello que afecte a la sociedad, inevitablemente provocará un cambio en sus vidas. Es por esta razón que los estudiantes deben ser capaces de abordar desde distintas perspectivas estos cambios, y así desarrollar soluciones más completas. Es por ello que la enseñanza debe apuntar al desarrollo integral de los estudiante, así al momento de iniciar la vida laboral se verá dotado con más herramientas para abordar los desafíos

que se le presentan.

Dada la necesidad de enseñar de forma integral, nace el STEAM (siglas en inglés: science, technology, engineering, arts and math) el cual es un enfoque que apunta a una enseñanza integradora entre la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y la matemática; utilizando actividades basadas, generalmente, en investigaciones potenciando el trabajo colaborativo por lo que se asemeja a el quehacer científico en la vida real (Blanco, Diego, Gorgal & Salgado, sf) o actividades Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), donde los estudiantes deben abordar una situación problemática utilizando todas o la gran mayoría de las dimensiones STEAM.

Esta visión integradora de la educación es una modificación del STEM (el cual no incluye las artes) pero Georgette Yakman en el 2006 acuñó este término incluyendo las artes, abordando la necesidad de extender los procesos del pensamiento más allá de la ciencia, la ingeniería y las matemáticas. Cabe destacar que la dimensión de las artes en STEAM se aborda desde las humanidades, por lo que esta dimensión se prioriza la comunicación de ideas. “La educación STEAM permite una aproximación al proceso de enseñanza-aprendizaje desde un proceso activo impulsado por un juego experimental que promueve la ruptura de barreras entre disciplinas e incluye múltiples posibilidades en la encrucijada arte, ciencia y tecnología” (Cilleruelo y Zubiaga, 2014) .

Esta visión de la educación es relativamente nueva, por lo que se plantean metas que se deben cumplir al 2026. Las metas de STEAM 2026 son:

1. **Comunidades prácticas de aprendizaje.** La comunidad escolar, como los docentes, estudiantes, familia, padres y apoderados participan en el aprendizaje del estudiante. Por lo que una forma de involucrar a la familia es con el uso de cursos en línea (COP) donde el estudiante pone a prueba sus conocimientos y sus padres o tutores pueden involucrarse en el aprendizaje de este.
2. **Actividades accesibles como juegos y desafíos con problemas de la vida real.** Esta visión de la educación propone a el aprendizaje como un juego, que además, se debe

desarrollar en todos los niveles educativos, no sólo en los más pequeños, sino en todos los niveles educativos. Estas actividades deben ser cercanas al estudiante, así motivar la curiosidad y creatividad, fomentando un sentido de pertenencia en los estudiantes para aprender y aprender con otros y trabajar problemas del mundo real, planteándose desafíos. Es un proceso en donde se debe encontrar el STEAM en todos los lados, ya que se puede construir en todos los campos.

3. **Experiencias educativas que incluyan la interdisciplinariedad para solucionar grandes problemas.** Los problemas que se abordan en la educación STEAM son interdisciplinarios y son desafíos que aún no son resueltos a nivel local, nacional o global, por ejemplo la conservación del agua.
4. **Flexibilidad e inclusividad en los espacios de aprendizajes.** Los espacios de aprendizajes que desarrolla el docente y el estudiante debe ser flexible en estructura, equipamiento y acceso de materiales, incluyendo espacios locales como el aula de clases, naturaleza y otros espacios y el uso de plataformas digitales; fomentando la creatividad, colaboración, el codescubrimiento y la experimentación accesible.
5. **Innovación y accesibilidad en el proceso de aprendizaje.** Esta educación plantea que deberían realizar menos test, más inteligentes, y mejorar estos test. Estos tipos de test deberían ser cuidadosamente calibrados para que el enfoque no sea redundante, es decir, que no ocupen demasiado tiempo en el aula y le den al docente una información confiable sobre el aprendizaje del estudiante.
6. **Imágenes sociales y culturales, y ambientes que promuevan la diversidad y las oportunidades en STEAM.** STEAM 2026 promueve el mensaje de la transformación. Estas transformaciones deben incidir en la vida cotidiana del estudiante, en sus creencias, comportamiento y actitudes.

(Tenenbaum, 2016)

Al analizar la educación en las escuelas, se encuentra con que la alfabetización científica y las habilidades que se esperan desarrollar en una clase de ciencia no logran el resultado esperado, por lo que el docente debe redoblar el esfuerzo para alcanzar los niveles esperados de alfabetización científica en los estudiantes, además de mostrar que la ciencia es una aliada en la vida cotidiana y que esta puede contribuir positivamente (Castro, 2012). La educación STEAM integrada, le permite más libertad de acción al docente al momento de preparar una clase, y más específicamente el material didáctico como experimentos, maquetas, simuladores, manipulativos virtuales. Al incluir la ingeniería con la tecnología como parte importante de la educación STEAM, se les da la oportunidad a los docentes para poder construir sus prototipos según el diseño que necesite. En STEAM se promueve la cultura del "Do it yourself" o hágalo usted mismo, que se encuentra completamente instalada en el día de hoy. El docente tiene la libertad de crear lo que sea necesario para sus clases, diseñando y rediseñando material, dejando de lado la producción industrial. Una de las características principales de este movimiento es la utilización de elementos de bajo costo además del uso de alta o baja tecnología, como lo son las impresoras 3D y la implementación de diseños con microcontroladores como lo son arduino, rapsberry pi y makey makey, entre otras (Cilleruelo & Zubiaga, 2014), adecuándose a los materiales y necesidades de la secuencia didáctica y del docente a cargo de esta.

Finalmente, ¿por qué utilizar STEAM en vez de otros enfoques para enseñar ciencia? la educación STEAM integrada suele ser comparada con STEM, en otras ocasiones con el enfoque Ciencia, tecnología y sociedad (CTS) y Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Se cree que STEM tiene un abordaje más amplio y más integral del proceso de enseñanza-aprendizaje comparado a las últimas dos, pero sólo potencia conocimientos ligados a las llamadas ciencias duras (Breiner, Johnson, Koehler & Sheats, 2012). El enfoque CTS involucra las tecnologías con la sociedad para poder, al igual que el STEAM, responder a problemas de la vida diaria, desarrollando habilidades y actitudes similares. Sin embargo creemos que el enfoque CTS no logra responder a todas las necesidades del siglo XXI, ya que aborda la enseñanza desde una perspectiva más lógica científica que desde una mirada más holística de la enseñanza, además no utiliza la comunicación de ideas como uno de sus pilares, la cual si es abordada desde las artes en STEAM. De manera similar sucede con ABP, si bien potencia la argumentación científica, el análisis crítico y la creatividad en los estudiantes, utiliza sólo algunas de las dimensiones STEAM como lo es la ciencia y las artes, pero no aborda las dimensiones de

tecnología, matemática e ingeniería para la solución de problemas. Por lo que se considera que la educación STEAM es el más integral, aborda las ciencias exactas, las tecnologías y las artes desde distintas perspectivas, desarrollando en el estudiante una forma más amplia de ver el mundo. STEAM en la educación es para lograr cambios en la actitud y promover los valores que contribuyan a la formación integral (Castro, 2012).

Esta Propuesta busca integrar la ciencia, en específico la Física y la Biología, con la tecnología utilizando elementos de robótica y computación en un diseño integral de bajo costo, para poder diseñar material didáctico integral y alcanzable para todos, abordando la idea del modelo del sistema auditivo para estudiantes de 1°EM en el área de Física.

Capítulo 3

Marco Espistemológico de Referencia

En el presente capítulo, se realiza una revisión de los conceptos físicos involucrados en la Propuesta de Aprendizaje. Estos conceptos abarcan ondas y sonidos, contaminación acústica y la fisiología del oído humano. Además se menciona las

3.1. Conceptos importantes de ondas y sonido

Varios fenómenos de la vida cotidiana, como la luz y el sonido, pueden ser clasificados como fenómenos ondulatorios, los que se basan en la propagación de ondas. Estas últimas corresponden a perturbaciones periódicas de alguna propiedad de la materia, como campos electromagnéticos en el caso de luz o la presión en un medio como en el caso del sonido, las cuales implican un transporte de energía pero no un transporte de masa (Armengol, Cortijo, Couso, Hernández, Martos, Padilla, Pintó, Ríos, Simón, Sunyer & Tortosa, 2010).

De forma general, las ondas pueden clasificarse según el medio en el cual se propagan como:

- Electromagnéticas, quienes no requieren de un medio material para asegurar su propagación ya que las variaciones que sufren los campos electromagnéticos son de largo alcance.
- Mecánicas, quienes sí requieren de una cierta cercanía entre las partículas que conforman el medio de forma que estas variaciones sean significativas (Serway & Jewett, 2008).

A su vez, según la dirección en que se propague la onda con respecto a la dirección de la perturbación, las ondas pueden clasificarse entre:

- Transversales, quienes se propagan perpendicularmente a la perturbación.
- Longitudinales, quienes se propagan paralelamente a la perturbación (Serway & Jewett, 2008).

Las ondas, al igual que cualquier fenómeno físico, está descrita por distintos parámetros; algunos de estos son la longitud de onda, el periodo, la frecuencia y la rapidez de propagación.

Se define longitud de onda λ como la distancia mínima entre dos puntos idénticos cualquiera de ondas adyacentes. En el Sistema Internacional (SI) la longitud de onda se mide en metros (m). Su análogo temporal es el periodo de la onda T , el cual se define como el intervalo de tiempo necesario para que dos puntos idénticos de ondas adyacentes pasen por un punto. El periodo en SI se mide en segundos (s) (Serway & Jewett, 2008). En la figura 3.1.a se ilustra la longitud de onda y en la figura 3.1.b, el periodo de la onda, ambas gráficas en términos de tiempo y amplitud de onda.

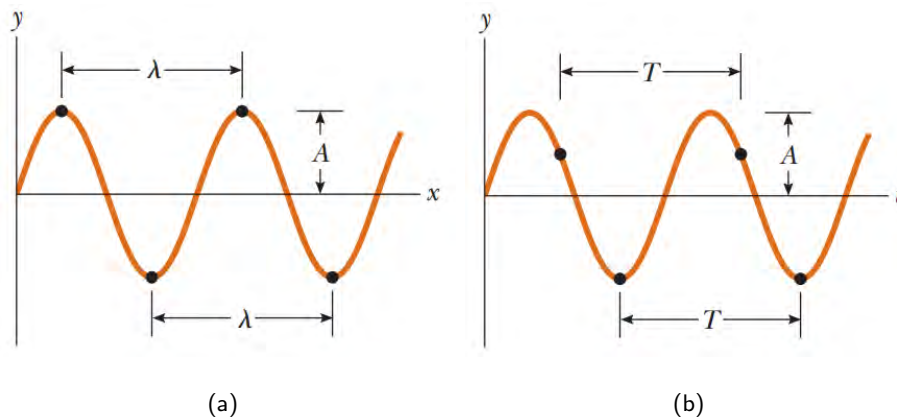


Figura 3.1: Gráficas de longitud de onda y periodo en una onda Fuente: Física para ciencias e ingeniería, vol. 1

La misma información que entrega el periodo, la entrega la frecuencia f ; la cual se define como el número ciclos (o veces que se varía la cantidad física) en un segundo, la cual en el SI es medida en Hertz (Hz). La frecuencia de una onda y su periodo están relacionadas por la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{T} \quad (3.1)$$

Donde f es la frecuencia de la onda y T es el periodo de esta (Serway & Jewett, 2008).

Otro parámetro de las ondas es su rapidez de propagación v , al cual se define como el cociente entre la longitud de onda y el periodo, o bien, la longitud de onda por frecuencia (Serway & Jewett, 2008), matemáticamente esto sería:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \quad (3.2)$$

Al trabajar con cuerdas vibrantes, la rapidez de propagación v de un pulso transversal que viaja por una cuerda tensa es directamente proporcional a la tensión de esta e inversamente proporcional a la densidad lineal de masa (Serway & Jewett, 2008), en términos matemáticos esto viene dado por:

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} \quad (3.3)$$

Donde F_T es la tensión a la que está sujeta la cuerda, μ su densidad lineal de masa, definida como $\mu = M/L$, donde M es la masa de la cuerda y L su largo.

Cuando las ondas se propagan en más de una dimensión, es posible definir un frente de ondas, que son un lugar en un plano geométrico que conecta los puntos de igual fase y amplitud en todas las ondas (Serway & Jewett, 2008). Estos pueden representarse gráficamente por medio de rayos, líneas perpendiculares al frente de onda que indican la dirección en que este se desplaza (Tipler, 1993). Cuando el observador se encuentra a una distancia suficiente de la

frente, la sección que representa al frente de onda puede aproximarse a una superficie plana y los rayos se aproximan a líneas paralelas, dando origen al llamado frente de onda plana.

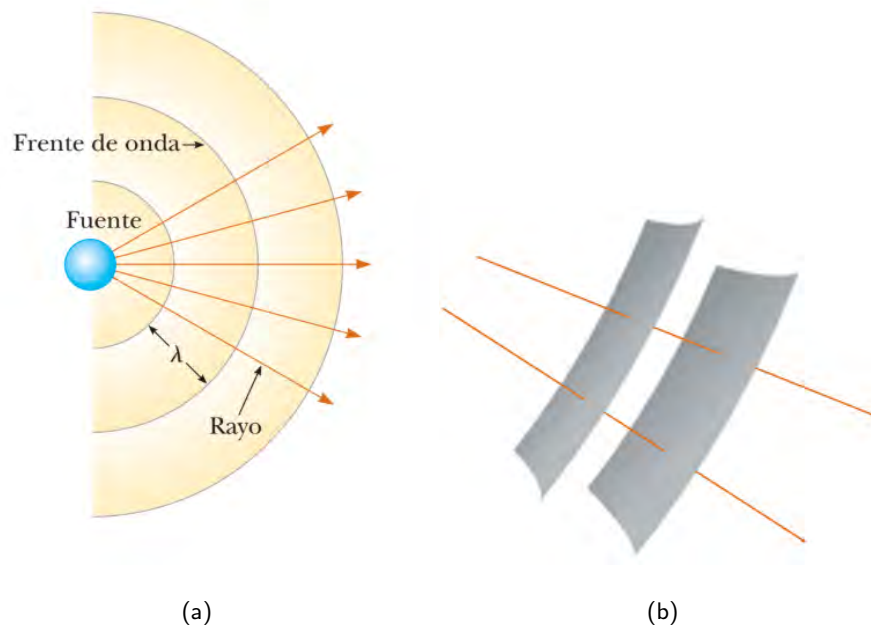


Figura 3.2: La Figura (a) muestra un frente de ondas esférico generado por una fuente puntual. En la Figura (b) se observa una sección del frente de onda esférico, el cual representa un frente de onda plano. Fuente: Física para ciencias e ingeniería, vol. 1

En concordancia con lo anterior, el sonido es una onda mecánica longitudinal. Al igual que para cualquier onda, para hacer vibrar un punto del medio, se le debe proporcionar energía a este. Las ondas sonora se dividen en tres categorías que abarcan diferentes intervalos de frecuencia. Las ondas audibles se encuentran dentro de los rangos de sensibilidad del oído humano. Las ondas de infrasonido tienen una frecuencia por debajo del intervalo audible y las ondas ultrasónicas tienen una frecuencia sobre el rango audible (Serway & Jewett, 2008).

Una fuente puntual de sonido emite ondas por igual en todas las direcciones, obteniendo una onda esférica. Empíricamente, es sabido que la intensidad del sonido I disminuye conforme el receptor se aleja de la fuente, y en caso de fuentes puntuales de sonido esta relación es evidente cuando el área que atraviesan los rayos que representan al frente de onda, es el área de una esfera (Serway & Jewett, 2008). Matemáticamente la intensidad sonora se define como:

$$I = \frac{P}{A} \quad (3.4)$$

Donde P es la potencia de la onda y A el área en la cual se mide la intensidad. Esta dependerá de la fuente emisora, uno de los modelos más utilizados en este contexto son las fuentes puntuales de emisión.

Nuestra percepción de la intensidad no es proporcional a ésta, sino que depende que una buena aproximación es asumir una dependencia logarítmica. El nivel de intensidad sonora ha sido definido en decibeles (dB) , lo que se definen como

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (3.5)$$

El decibel (dB) se utiliza para poder expresar una variable, la cual es la razón de energía, potencia, intensidad u otra variable. Donde I es la intensidad sonora a una cierta distancia de una fuente, I_0 es la intensidad de referencia, considerada como el umbral de audición el cual es de aproximadamente $I_0 = 1 \cdot 10^{-12} [W/m^2]$. El nivel sónico puede ir desde los $\beta = 0 \text{ dB}$ en el umbral de audición hasta los 120 dB que corresponden al umbral del dolor. Otros parámetros de referencia son $P_0 = 20 [\mu Pa]$ y $I_0 = 1 \cdot 10^{-12} [W]$ (Pesse, sf).

Cuando las ondas sonoras (o cualquier onda) se propagan en un medio e inciden en otro diferente, estas ondas se pueden reflejar, transmitir o ser absorbidas por el mismo. Siempre que el sonido interactúa con un material parte de este se refleja, otra parte se transmite y otra se absorbe (Armengol et al., 2010). Las proporciones con las que se reflejará, transmitirá y absorberá el sonido dependerán netamente del tipo de material y sus características.

La transmisión de una onda sonora puede efectuarse en cualquier medio, aunque lo más común para nosotros es que la onda se propague en el aire, sin embargo, cuando escuchamos un sonido que proviene de otro lugar este tuvo que propagarse por el aire y otro medio, como las paredes para poder llegar a nuestros oídos (Armengol et al., 2010). Al generarse la transmisión de una onda de un medio a otro esta cambia algunas de sus propiedades originales, como la

longitud de onda y su rapidez de propagación.

La reflexión de una onda sonora se efectúa cuando esta llega a una interfaz y cambia su sentido de propagación, devolviéndose al medio de procedencia sin poder transmitirse (Armengol et al., 2010).

La absorción de una onda es el proceso mediante el cual la energía que transmite la onda sonora es disipada dentro del medio, ya sea al propagarse por un medio o al encontrarse con una barrera. La energía del sonido genera la vibración de las partículas del medio y dada esta vibración se genera la disipación (Armengol et al., 2010).

Por otro lado, la impedancia acústica es un parámetro definido para caracterizar cuando difícil será para una onda propagarse dentro un material, y se puede cuantificar como la razón entre la presión acústica y la velocidad de las partículas en ese medio. Para una onda plana se puede calcular la impedancia como:

$$Z = \rho \cdot v \quad (3.6)$$

Donde ρ es la densidad del material y v la velocidad de propagación de la onda en el material, la cual según las expresiones para la velocidad en fluidos y en sólidos, dependerá del módulo volumétrico en el caso de los fluidos y del módulo de Young en el caso de los sólidos.

La diferencia de impedancia entre dos medios es lo que define el coeficiente de reflexión y transmisión.

La atenuación del sonido dependerá netamente de las características del material donde este incida. La atenuación dependerá de la porosidad, de las dimensiones del material, de su módulo de Young, su densidad entre otras características. Además depende de la intensidad y frecuencia del sonido que se quiere atenuar (Armengol et al., 2010).

Para materiales sólidos se define el módulo de elasticidad o módulo de Young Y que se define como el cociente entre el esfuerzo de tracción y la deformación por tensión (Serway &

Jewett, 2008). El esfuerzo de tracción y la deformación por tensión se pueden definir a través del trabajo experimental con una barra larga de área transversal A y largo inicial L sujeta a un extremo. Al aplicar una fuerza perpendicular a la sección transversal de la barra, las fuerzas internas de esta se resisten al estiramiento del material, pero la barra llega a una situación de equilibrio entre su longitud inicial L y su longitud final L' , donde las fuerzas externas e internas se equilibran. Cuando la barra se encuentra en esta situación se dice que se encuentra sobrecargada. Por lo que el esfuerzo de tracción se define como la relación entre la magnitud de la fuerza externa y el área de la sección transversal A . La deformación por tensión o tracción se define como la relación del cambio de longitud ΔL y la longitud inicial de la barra (Serway & Jewett, 2008). Por lo que matemáticamente el módulo de Young se define como:

$$Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L'}} \quad (3.7)$$

Donde F es la fuerza perpendicular a la sección transversal A , ΔL la diferencia de longitud el largo final L' y el largo inicial L .

Se define porosidad como el número las cavidades con aire y el tamaño de estas en un volumen de material. La densidad de un material se define como la razón que existe entre la masa de este y su volumen (Serway & Jewett, 2008).

Los reflectores acústicos son materiales que evitan la propagación del sonido haciendo que gran parte de la energía asociada a las ondas sonoras se refleje. Estos materiales tienen la características de ser de alta densidad, de alta elasticidad y baja porosidad.

Por otro lado, los absorbentes acústicos son materiales que poseen la propiedad de absorber parcialmente la energía de la onda. Estos materiales atenúan la energía dentro de los poros por la deformación provocada (Pesse, sf). Estos materiales se caracterizan por ser de baja densidad, baja elasticidad y alta porosidad, donde estos poros se encuentran conectados entre sí (Armengol et al., 2010). También la capacidad de absorción de un material es directamente proporcional a la frecuencia de la onda sonora que incide en este (Armengol et al., 2010). La

relación matemática para determinar el coeficiente de absorción de un material es:

$$\alpha = \frac{E_{\alpha}}{E_i} = 1 - \frac{I_f}{I_i} \quad (3.8)$$

Donde se define energía absorbida como E_{α} , energía incidente como E_i , la intensidad del sonido incidente sobre el material como I_i y la reflejada por el material como I_f (Pesse, sf). Este coeficiente dependerá, además, de las características anteriormente mencionadas del espesor y del montaje (Pesse, sf).

Otro tipo de material absorbente es el material tipo placa, donde la placa es colocada cerca de una pared, este montaje equivale a un sistema de resorte, masa y amortiguador; comportándose la placa como la masa y el aire que se encuentra entre ella y la pared como resorte, por lo que la placa vibrará, haciendo que parte de la energía de la onda se transforme en energía mecánica la cual será disipada a través de calor (Pesse, sf).

El sonómetro o el decibelímetro es el instrumento utilizado para medir la diferencia de presión sonora. En sentidos prácticos, mide el nivel de ruido que existe en un lugar en el momento de la medición. Es un instrumento manual que puede contener distintas escalas de ponderación, desde la más simple, la A, hasta contener otras como la B, C y D, además de contener filtros de frecuencias e integradores. Los sonómetros están compuestos de un micrófono de precisión tipo condensador, pantallas antivientos, cables de extensión y conos frontales entre otros accesorios, los cuales permiten realizar una medición con mayor precisión del ruido bajo las diferentes condiciones que podrían llegar a existir (Pesse, sf).

Los micrófonos que se utilizan en los sonómetros, como ya se mencionó son de precisión, los cuales deben operar bajo diversas condiciones ambientales, como humedad, temperaturas extremas, contaminación atmosférica y viento. También debe cumplir con ciertas condiciones técnicas como respuestas de frecuencia, rango dinámico, estabilidad y directividad (Pesse, sf).

El nivel de presión sonora ponderado (*NPS*) es el nivel que se utiliza para representar el nivel total de ruido al cual el oído se encuentra expuesto. Para determinar el NPS existían

originalmente distintas ponderaciones: A, B y C, sin embargo actualmente sólo se utiliza la A, el cual es un filtro de pasa alta, es decir, aminora las frecuencias bajo una frecuencia de corte. La ponderación C aún se utiliza en los sonómetros más completos (Pesse, sf).

Por otro lado el nivel de presión sonora continua equivalente $NPS_{eq.T}$ o $L_{eq.T}$ es el nivel de presión continuo que tendría la misma energía total que un ruido fluctuante evaluado en el mismo intervalo de tiempo (Pesse, sf).

Finalmente, el ruido se define como un sonido con frecuencias aleatorias, las cuales no son armónicas, es decir, no tienen una relación una con la otra, combinadas en cantidades aleatorias (Armengol et al., 2010). Según otra definición el ruido es una vibración mecánica de un medio elástico a través del cual la energía que produce una fuente disipa por intermedio de una onda sonora progresiva. Todo objeto que se mueva o vibre puede considerarse fuente de ruido, ya que parte de la energía involucrada en su movimiento se transfiere al medio en forma de sonido o ruido (Pesse, sf).

3.2. Estructura y funcionamiento del oído humano.

El oído humano se divide en tres parte esenciales, el Oído Externo, el Oído Medio y el Oído Interno.

El Oído Externo está compuesto por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo. Sus funciones son la amplificación y la localización de las ondas sonoras y conducción de las ondas sonoras hacia el oído medio (s.a, 2011).

El conducto auditivo externo se extiende hasta llegar al tímpano con una forma de S aplana. Tiene el propósito de proteger las estructuras del oído medio y al cerebro, así se reduce el tiempo de propagación de los impulsos nerviosos. Las ondas sonoras que ingresan al conducto auditivo externo se difractan debido a la forma del pabellón auricular y la cabeza, alterando el espectro sonoro. Estas alteraciones son usadas por el sistema auditivo para determinar la procedencia del sonido (s.a, 2011).

El Oído Medio se desarrolla al interior del hueso temporal en su interior se encuentra la caja del tímpano que es una cavidad de seis caras, de las cuales cinco son de estructura ósea y una es de estructura membranosa y que se encuentra en contacto con el conducto auditivo externo. A este último le denominamos tímpano (Dessi, P., Danvin, J., Forman, C., Thomassin, J., 2008). Por otro lado, se encuentran tres huesecillos denominados Martillo, Yunque y Estribo que forman una cadena articulada. El extremo superior del martillo va ligado al tímpano mientras que el extremo inferior del estribo va adherido a la ventana oval que su interior se encuentra un medio acuoso (s.a, 2011).

La membrana timpánica es la estructura que separa al oído externo del medio la cual tiene como principal función recibir las ondas sonoras del medio externo. Al recibir las ondas sonoras, la membrana comienza a vibrar generando oscilaciones dentro del oído medio, en específico los huesecillos antes mencionados. Otra función de la membrana timpánica es proteger al oído medio y trabaja con la trompa de Eustaquio para equilibrar la presión del oído externo y medio (Audifon, sf). A diferencia de otras partes del oído, la membrana timpánica no sólo se puede dañar por problemas de contaminación acústica (por cambios de presión sonora), sino por infecciones del oído medio o interno, golpes directos sobre el pabellón auditivo, la introducción de objetos extraños al pabellón auditivo y cambios bruscos de presión (barotrauma) (TeensHealth, sf).

Finalmente el oído medio va conectado al exterior del cuerpo a través de la trompa de Eustaquio que llega hasta las vías respiratorias, lo cual permite igualar la presión en ambos lados del tímpano (s.a, 2011).

Cuando las ondas sonoras llegan al tímpano genera un cambio de presión en su pared externa, provocando que la membrana timpánica vibre siguiendo las oscilaciones de la onda sonora. Estas vibraciones se transmite al martillo lo cual desencadena que los huesecillos se muevan de tal forma que operan como un sistema de palancas. Finalmente el extremo del estribo transmite este movimiento a la ventana oval generando el movimiento del medio acuoso que está en su interior (s.a, 2011).

No es lo mismo hacer vibrar las moléculas de aire, que se encuentran al otro lado del tímpano, que hacer vibrar las moléculas del medio acuoso al interior de la ventana oval; por lo que se requiere que la transferencia de la potencia de un medio a otro sea máxima. Esto se consigue a través del acoplamiento de la impedancia mecánica característica del aire y la del fluido. Para lograr este acoplamiento se requiere de un transformador (lo que sería un ejemplo mecánico), en el caso del oído la cadena de huesecillos o el sistema de palancas se comporta como un transformador, a esto se agrega que la diferencia entre el tímpano y el área que cubre el estribo en la ventana oval introduce un acoplamiento adicional, logrando así la transformación de impedancia de la orden de 1:20, lo cual ayuda a la disminución de pérdidas por reflexión (Gutiérrez, A., 2008).

El Oído Interno tiene tres funciones primordiales: filtraje de la señal sonora, transducción y generación probabilística de impulsos nerviosos (s.a, 2011).

Una de las estructuras del Oído Interno es la Cóclea o Caracol, la cual es un conducto rígido con forma espiral relleno de fluido. Dentro del conducto existen dos membranas llamadas Basilar y Reissner, generando tres compartimentos: la escala vestibular, escala timpánica y escala media (s.a, 2011).

El área ocupada por el extremo del estribo en la ventana oval, se encuentra en contacto con el fluido de la escala vestibular, mientras que la escala timpánica desemboca en otra abertura denominada ventana redonda (Oído Medio). En el interior de la escala media se encuentra el órgano de Corti que se extiende desde el vértice de la cóclea hasta su base y contiene la células ciliares que actúan como transductores de ondas sonoras a impulsos nerviosos (s.a, 2011), es decir estas células son las encargadas de traducir las vibraciones producidas por las ondas sonoras a impulsos nerviosos que son transmitidas por el nervio auditivo hasta el cerebro y que finalmente son traducidas como sonido.

“El sonido propagado a través del Oído Externo y Medio llega hasta la Cóclea, donde las oscilaciones en los fluidos hacen vibrar a la membrana basilar y a todas las estructuras que ésta soporta” (s.a, 2011, p.5).

La membrana basilar es una estructura que tiene distinto espesor y rigidez. Cerca de la ventana oval es más rígida y espesa, a medida que se acerca hacia el vértice de la cóclea decae su rigidez y espesor. Esta característica incide en la velocidad de propagación de la onda sonora a través de esta y es responsable de la selectividad de la frecuencia del oído interno (s.a, 2011), “dependiendo entonces de la región de la membrana basilar que oscila con mayor amplitud, las células ciliadas de esa área se activan en mayor proporción que sus vecinas, excitando subsecuentemente a las neuronas aferentes que hacen sinapsis con ellas” (Chávez, H., Ortega, A., Soto, E., Vega, R., 2003, p.7).

Cabe destacar que cuando el oído se enfrenta a sonidos sobre los 90 dB, este tiene un reflejo denominado reflejo timpánico. Este reflejo consta en la contracción del tímpano que a su vez se traduce en la contracción del estribo, lo cual modifica la característica de transferencia del oído medio. Con esta modificación se logra la disminución de la energía transferida al oído interno. Este reflejo se realiza como modo de protección ante la sobreexcitación de las células ciliadas pero la respuesta no es inmediata, sino que se demora entre 40 a 160 ms en activarse (s.a, 2011), por lo que puede provocar problemas a largo plazo.

3.3. Efectos de la contaminación acústica en la salud de las personas

El riesgo de vivir en una ciudad con contaminación acústica es diverso, según la definición de la Organización Mundial de la Salud, la molestia causada por el ruido puede ser considerada como un problema de salud y dependerá de la cantidad de tiempo que el ciudadano se vea expuesto a él (Ballesteros & Daponte, 2011).

De los efectos producidos por la contaminación acústica, se encuentran:

1° Efectos auditivos: se considera que cualquier ruido, independientemente del tiempo de exposición que supere o no los 70 dB no genera daños auditivos, pero si el ruido llega a 85 dB y se expone a un tiempo igual o superior a 8 horas, puede producir efectos negativos en la audición humana tales como: discapacidad auditiva incluyendo tinnitus (escuchar ruidos en los oídos cuando no existe una fuente sonora externa), dolor, fatiga auditiva, incapacidad para

localizar sonidos, distorsión de los sonidos (paracusis) y asincronía en la información inusualmente sensible a sonidos altos. Estos efectos se producen debido a que el ruido afecta las células sensoriales del oído interno (Ballesteros & Daponte, 2011).

2° Perturbación del sueño y todas sus consecuencias a largo y corto plazo: bajo condiciones normales, el sueño está asociado con la poca actividad muscular, una postura estereotípica y una respuesta reducida a estímulos ambientales, los ciclos propios del sueño se caracterizan por la regulación endocrina (lo que se observa de forma clara en el caso de las hormonas), por lo que el sueño es necesario para la recuperación física y psíquica de las personas. El sueño puede ser aplazado pero es indispensable para la supervivencia de las especies (Ballesteros & Daponte, 2011).

Si existe un ruido continuo que supere los 30 dB puede producir la perturbación del sueño causando dificultad para quedarse dormido - Insomnio, despertares frecuentes, levantarse demasiado temprano, el incremento de la presión arterial, de la tasa cardíaca y de la amplitud del pulso, la vasoconstricción, cambios en la respiración, arritmias cardíacas, incremento del movimiento corporal, además de procesos de excitación de los sistemas nervioso central y vegetativo (Ballesteros & Daponte, 2011).

Los efectos de la perturbación del sueño tiene consecuencias secundarias que se observan al día siguiente como fatiga, el estado de ánimo depresivo, disminución del estado de alerta (lo cual puede causar accidentes automovilísticos, laborales, entre otros), disminución en el rendimiento (Ballesteros & Daponte, 2011).

3° Efectos cardiovasculares: el ruido actúa como un estresor biológico, produciendo respuestas que preparan al cuerpo a "huir o luchar". Por ello, el ruido puede provocar respuestas tanto del sistema endocrino como del sistema nervioso autónomo que afectan al sistema cardiovascular y por ello, ser un factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares. Estos efectos son observados a largo plazo cuando la persona se ve expuesta a ruidos superiores a 65 dB o con exposiciones agudas a niveles de ruido por encima de 80-85 dB. Las exposiciones agudas al ruido activan las respuestas nerviosas y hormonales, conduciendo a incrementos temporales de la presión sanguínea, tasa cardíaca y vasoconstricción (Ballesteros & Daponte, 2011).

4° Respuestas hormonales (hormonas del estrés) y sus posibles consecuencias sobre el metabolismo humano y el sistema inmune: como se mencionó anteriormente, el ruido es un estresor biológico que afecta a la homeostasis (capacidad de mantener un estado interno estable) por lo que frente a esto, el cuerpo busca medidas para adaptarse. El organismo responde al ambiente interno y externo produciendo mediadores hormonales y neurotransmisores que proporcionan respuestas fisiológicas a las circunstancias dadas. La incapacidad de enfrentarse a la sobreestimulación puede conducir a reacciones de estrés adversas. La secreción de hormonas de estrés resulta en un incremento de la tasa cardíaca y de la presión sanguínea, una rápida liberación de energía en el torrente sanguíneo, reducción del metabolismo con una disminución en la actividad salival y gastrointestinal, reducción en las hormonas sexuales, y activación de algunas funciones inmunes (Ballesteros & Daponte, 2011).

A continuación, se muestran algunos ejemplos de los efectos sobre la salud de las personas, producido por la contaminación acústica:

Entorno	Nivel de sonido dB (A)	Tiempo (h)	Efecto sobre la salud
Exterior vivienda	50-55	16	Molestia
Interior vivienda	35	16	Interferencia de la comunicación
Dormitorios	30	8	Interrupción de sueño
Aulas escolares	35	Duración de la clase	Perturbación de la comunicación
Áreas industriales, comerciales y de tráfico	70	24	Deterioro auditivo
Música en auriculares	85	1	Deterioro auditivo
Actividades de ocio	100	4	Deterioro auditivo

Cuadro 3.1: Datos recogidos de la OMS. Fuente: (Ballesteros & Daponte, 2011)

3.4. Contaminación acústica y su regulación en Chile

Debido a que existen diversos efectos en la salud de las personas gracias a la contaminación acústica, en Chile se promulga el Decreto N° 38 el 12 de junio de 2012 titulado como: *Establece norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica, elaborada a partir de la revisión del decreto N° 146, de 1997, del Ministerio de Secretaría General de la Presidencia* expone las normativas y exigencias sobre las fuentes emisoras de ruido y las mediciones de estas. Esta nueva ley deroga el Decreto Supremo N° 146.

El objetivo de la presente norma es proteger la salud de la comunidad mediante el establecimiento de niveles máximos de emisión de ruido generados por las fuentes emisoras de ruido. Esta ley especifica que no es aplicable a tránsito vehicular, tránsito aéreo, actividades propias del uso de una vivienda, el uso del espacio público, sistemas de alarmas o emergencias y vola-

duras y/o tronaduras (Decreto N° 38, 2012).

En esta ley se especifican distintas definiciones como: Decibel, decibel A, nivel de presión sonora, nivel de presión sonora equivalente, receptor, respuesta lenta, tipos de ruido; conceptos ya definidos con anterioridad. Además para la buena comprensión de lo expuesto por esta Ley son necesarias las definiciones de las zonas establecidas para medir los niveles de ruido. Se define la zona I como suelo residencial, espacios públicos y/o áreas verdes. La zona II incluye a la zona I y los límites urbanos. La zona III incluye la zona II más actividades productivas y/o de infraestructura. La zona IV se encuentra dentro de los límites urbanos que permite sólo el uso de suelo en actividades productivas y/o de infraestructuras y la zona rural es aquella que se ubica fuera de los límites urbanos establecidos en el instrumento de planificación territorial (Decreto N° 38, 2012).

Se especifica que los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan por una fuente emisora de ruido no podrán exceder los valores del cuadro 3.2.

Zonas	Sonora Corregidos de 7 a 21 Hrs.	(NPC) en dB (A) Lento de 21 a 7 Hrs.
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70

Cuadro 3.2: Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Decreto N° 38

Para zonas rurales se aplicará como nivel máximo permisible de presión sonora corregido (NPC), el menor valor entre el nivel de ruido de fondo + 10 dB (A) o el nivel de presión sonora corregido para la zona III. Este criterio se utiliza para el horario diurno como nocturno (Decreto N° 38, 2012).

Se especifica que las mediciones a realizar se deben efectuar con un sonómetro integrador-promediador que cumplan con las exigencias señaladas para las clases 1 o 2, establecidas en la norma de "Sonómetros" ("Sound Level Meters"). Lo anterior debe estar respaldado mediante

la presentación de un certificado de calibración (Decreto N° 38, 2012).

Los sonómetros deberán ser integradores, utilizando filtro de ponderación A y de respuesta lenta, así mismo los resultados serán expresados en dB (A) lento y se evaluará su exposición al ruido según el nivel de presión sonora corregido, finalmente se menciona que las mediciones realizadas deben ser acompañadas de un informe técnico. En el informe técnico se debe incluir la ficha de información de medición, ficha de georreferenciación de medición de ruido, ficha de medición de nivel de ruido y la ficha de evaluación de niveles de ruido (Decreto N° 38, 2012). Toda medición debe considerar si se realiza en un ambiente exterior o interior, además de los tipos de ruidos presentes en el momento y lugar de la medición, realizándose las correcciones pertinentes del nivel de presión sonora por ruido de fondo para ambientes interiores, especificando en el cuadro 3.3.

Diferencia de presión sonora	<i>Corrección</i>
10 o más dB (A)	0 dB (A)
de 6 a 9 dB (A)	- 1 dB (A)
de 4 a 5 dB (A)	- 2 dB (A)
3 dB (A)	- 3 dB (A)
menos de 3 dB (A)	Medición nula

Cuadro 3.3: Diferencia aritmética entre el nivel de presión sonora obtenido de la emisión de la fuente fija y el nivel de presión sonora del ruido de fondo Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Decreto N° 28

Además se especifican correcciones si el recinto posee ventanas y puertas y como se encuentren estas.

Capítulo 4

Marco Metodológico

La investigación educativa como disciplina nace a finales del siglo XIX, cuando se comienzan a relacionar y aplicar conceptos como conocimiento científico, ciencia y método científico en el ámbito educacional. Esta investigación se concibe como una disciplina transversal a todas las ciencias de la educación, aportando las bases metodológicas para la creación de nuevo conocimiento educativo (Rodríguez & Valldeoriola, 2012). En este capítulo, se mencionan, a grandes rasgos, los tipos de metodología de la investigación que existen y sus características, haciendo hincapié en las que se utilizan en el presente seminario de grado. Además, en este capítulo se encuentra la descripción de la secuencia metodológica que se utilizará en el seminario de grado.

4.1. Metodologías de la investigación: cuantitativa y cualitativa

Existen dos grandes clasificaciones de metodología que se utilizan en las investigaciones, la cuantitativa y la cualitativa. A continuación, se resumirá brevemente los tipos y las características de estas metodologías (Rodríguez & Valldeoriola, 2012).

La metodología cuantitativa consiste en un proceso hipotético-deductivo. Se realiza la revisión de teorías, se proponen hipótesis y se prueban las hipótesis mediante el diseño de investigación. Para ello se requiere de una muestra representativa del objeto de estudio y los resultados pueden rechazar o aprobar la hipótesis (Rodríguez & Valldeoriola, 2012). Esta metodología resulta fundamental en cualquier proceso de investigación, ya que determina el modo como dicha investigación se desarrolla (Rodríguez & Valldeoriola, 2012). Dentro de la metodología

cuantitativa de investigación existe los diseños posttest con un grupo no equivalente, diseño pretest-posttest con un grupo de control no equivalente, diseño pretest con un grupo de control y diseño solomon. Análogamente se tienen instrumentos y técnicas de recolección de datos y análisis de datos (Rodríguez & Valldeoriola, 2012), los cuales se abordarán más adelante.

Por otro lado, la metodología cualitativa se basa en la construcción de una teoría a partir de una serie de proposiciones extraídas de un cuerpo teórico que servirán de base para la investigación (Rodríguez & Valldeoriola, 2012). Para este tipo de investigaciones se utiliza el método inductivo. La metodología cualitativa se interesa por las vivencias concretas en su contexto físico y temporal. Por la interpretación y los significados que se le atribuye a la cultura, los valores y sentimientos que se originan en esta (Rodríguez & Valldeoriola, 2012). En otras palabras la investigación cualitativa se interesa por la realidad social y cómo la interpretan los sujetos.

El siguiente cuadro resumen se presenta los tipos de investigación cualitativa que existen y su finalidad.

<i>Método de investigación</i>	<i>Finalidad</i>
Etnografía	Comprender
Estudios de casos	Comprender, tomar desiciones
Teoría fundamentada	Generar una teoría explicativa de la realidad
Investigación acción	Transformar, cambiar y mejorar
Investigación basada en diseño	Diseñar y explorar innovaciones educativas

Cuadro 4.1: Métodos de investigación cualitativa Fuente: Metodología de la investigación, 2012

4.1.1. Descripción de los tipos de metodologías utilizadas

Dado los antecedentes anteriores, se describen los tipos de metodologías que se utilizarán en la presente seminario de grado.

Investigación basada en diseño

Para este seminario de grado se utilizará principalmente la investigación basada en diseño (IBD), debido a que se centra en el diseño y creación en educación, a nivel didáctico y organizativo, considerando nuevas implementaciones en el proceso de aprendizaje (Rodríguez & Valldeoriola, 2012).

A continuación, se destacan las características de la IBD presentes en el seminario de grado:

1. Se inicia con un plan general y con materiales no necesariamente definidos completamente al inicio. Estos van adecuándose en función de la dinámica y el contexto.
2. No tiene como objetivo la replicación de las implementaciones realizadas, sino la mejora del diseño implementado y la generación de pautas para la implementación de diseños educativos en situaciones con condiciones similares.
3. No está orientado a demostrar hipótesis sino al desarrollo de un perfil que caracterice el diseño en la práctica.
4. Análisis e interpretación de datos.
5. La toma de decisiones sobre el desarrollo de las diferentes etapas de la investigación no es responsabilidad única de los investigadores sino de todos los participantes que intervienen en el proceso.

(Rodríguez & Valldeoriola, 2012)

Diseño pretest-postest con un grupo no equivalente

En el presente seminario de grado, se utilizará el diseño pretest-postest con grupo no equivalente para la etapa de implementación de la Propuesta de Aprendizaje. Este diseño de investigación se enfoca en una investigación cuasi experimental. En este tipo de investigación sólo se utiliza un grupo ya establecido, es decir, este grupo no es una muestra aleatoria y no se utiliza un grupo de control. El grupo al cual se le realizará la implementación son estudiantes de entre 13 y 17 años de un colegio particular de Santiago. Al cual se le realizará un pretest

o diagnóstico para medir los conocimientos previos de los estudiantes y las preconcepciones sobre el tema de oído y sonido y post implementación se le realizará un postest denominado evaluación final para evaluar los logros obtenidos con la implementación.

4.2. Recolección de datos

En la recogida de datos en las investigaciones de carácter cuantitativo se realiza la diferencia entre instrumento y estrategia a utilizar. Esta distinción se muestra en el siguiente cuadro resumen:

<i>Instrumento</i>	<i>Estrategia</i>
Test	Entrevista
Pruebas objetivas	Observación participantes
Escalas	Análisis documental
Cuestionarios	Autobiografía
Observación sistemática	Historias de vida

Cuadro 4.2: Clasificación orientativa de las técnicas de obtención de información Fuente: Metodología de la investigación (2012)

Para la validación de la Propuesta de Aprendizaje, se utilizan cuestionarios de apreciación, a los cuales denominaremos encuestas de validación. Estas encuestas de validación serán respondidas por expertos, quienes son docentes con tres o más años en ejercicio profesional. Este cuestionario de apreciación fue realizado mediante una escala de Likert, con 4 escalas de apreciación, las cuales se especifican en el siguiente cuadro.

<i>Código</i>	<i>Nivel de valorización</i>
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

Cuadro 4.3: Tabla de apreciación Fuente: Encuesta de validación

Se diseñó un cuestionario para cada clase diseñada en la Propuesta de Aprendizaje. Se evaluará la clase en términos generales, la guía del estudiante, la contextualización de la clase y la experimentación realizada en esta. Los cuestionarios de apreciación se encuentran adjuntos en el anexo n°3: Encuestas de Validación.

Por otro lado, en la investigación de carácter cuantitativo y en específico en la IBD, la obtención de datos es material diseñado, el cual será evaluado desde una perspectiva cuantitativa para poder ser posteriormente mejorado.

Para la mejora de la Propuesta de Aprendizaje, se realiza una implementación de la misma, y así evidenciar las fortalezas y elementos perfectibles de esta, para su posterior refinamiento.

4.3. Análisis de datos

El análisis de datos en una investigación cualitativa es un proceso constante y permanente que consiste en dar sentido a la información recogida, por lo que el investigador debe descubrir lo verdaderamente relevante de la investigación, al darle significado a todos los datos obtenidos (Rodríguez & Valldeoriola, 2012). En otras palabras, el análisis da sentido a los fenómenos que se presentan en la investigación (Rodríguez & Valldeoriola, 2012). Luego de que se realiza la recolección de datos, estos deben ser organizados, analizados y dotarlos de significado para cumplir con el objetivo de la investigación (Rodríguez & Valldeoriola, 2012), por lo que el procesamiento de datos, de carácter cuantitativo, se suele realizar mediante procedimientos estadísticos utilizando la estadística descriptiva, la estadística correlacional y la estadística inferencial (Rodríguez & Valldeoriola, 2012).

En el presente seminario de grado se utiliza la estadística descriptiva para realizar el análisis e interpretación de los datos recogidos por la implementación de la Propuesta de Aprendizaje, para ello se emplearán tablas de frecuencia y representaciones gráficas (Rodríguez & Valldeoriola, 2012).

4.4. Plan metodológico

La metodología utilizada en la presente investigación será de carácter mixto, debido a que inicialmente se utiliza la metodología IBD para el análisis bibliográfico y la creación de la Propuesta de Aprendizaje y luego se utiliza la recolección de datos y la estadística descriptiva para analizar los resultados obtenidos por la validación dada por la implementación de la misma. A continuación, se muestran el plan metodológico utilizado en la presente investigación:

- **Revisión bibliográfica**

Se realiza dos revisiones bibliográficas, una de carácter disciplinar y otra de carácter pedagógico. En la revisión disciplinar, se estudian todos los conceptos asociados a la física que se abordará en la propuesta de aprendizaje, definiendo todos los conceptos que se utilizan en esta. En la revisión pedagógica, se analizan metodologías activas de aprendizaje, como lo son el paradigma socioconstructivista y los enfoques de la propuesta de aprendizaje. Se investiga sobre el contexto en el cual se encuentra inmersa la Propuesta de Aprendizaje, en específico: resultados en pruebas nacionales e internacionales y el currículum nacional. Cabe destacar que es en esta etapa donde se define el problema de investigación y se concreta el contenido disciplinar y metodológico a utilizar en la Propuesta de Aprendizaje.

- **Diseño/creación de la Propuesta de Aprendizaje**

Luego de la revisión bibliográfica se planifica la Propuesta de Aprendizaje y el contenido de la misma. Se define el número de clases, la cual consta de 4 sesiones, donde cada clase tiene asociada una guía del estudiante, experimentaciones, guías docentes, material digital y

material de apoyo para la construcción de las experimentaciones. En cada clase se desarrollan distintas habilidades y objetivos pertinentes a los objetivos de aprendizaje dados por el currículum nacional vigente y otras relacionadas con las clases de ciencias que se decidieron abarcar en la primera etapa del seminario de grado.

- **Diseño y creación de material para la Propuesta de Aprendizaje**

Simultáneamente, mientras se define la Propuesta de Aprendizaje, se comienza a trabajar en la creación del material anteriormente mencionado. Se diseñan las guías del estudiante y guías docentes, en este último documento engloba la guía del estudiante y cómo esta debe ser abordada en clases, detallando el uso del material y respuestas esperadas de los estudiantes y recomendaciones para la implementación, como iluminación, disposición de las mesas, etc. Además se diseñan las maquetas y experimentaciones correspondiente a cada guía con su respectivo manual de construcción.

- **Diseño de encuestas de validación**

Se diseñan 4 encuestas de validación, adjuntas en el anexo n°3, una por cada clase. las cuales evalúan todo lo relacionado con los materiales diseñados, clase en general, guías, contextualización y experimentación.

- **Implementación de la Propuesta de Aprendizaje**

En la implementación de la propuesta de Aprendizaje, se utiliza el grupo no aleatorio para obtener datos asociados al diseño de las clases y al posttest. Los datos se recolectan a través de las guías de los estudiantes, las cuales son realizadas en el momento de la implementación.

- **Análisis de los datos obtenidos por la implementación de la Propuesta de Aprendizaje**

En paralelo a la implementación realizada, se comienza a procesar y analizar los datos a través de triangulación de respuesta y la estadística descriptiva. Este análisis y procesamiento

de datos es la base (en conjunto con las observaciones obtenidas por las encuestas de validación) para realizar un rediseño de la Propuesta.

- **Evaluación por juicio de expertos**

Luego de terminado la construcción del material, en específico las guías de los estudiantes y las guías docentes se procede a la recolección de datos por medio de los cuestionarios de apreciación, los cuales son respondidos por expertos docentes.

- **Análisis de los datos obtenidos por la encuesta de validación**

Luego de la obtención de los datos, se procede al análisis de estos a través de la estadística descriptiva, construyendo tablas de frecuencias y gráficas, para poder realizar una comparación de las clases y las fortalezas y debilidades de cada una para la futura mejora de esta.

- **Refinamiento de la Propuesta de Aprendizaje**

Al finalizar el análisis de los datos se hace un refinamiento de la Propuesta de Aprendizaje, con el fin de presentar una Propuestas sólida y realizar las mejoras pertinentes basado en los datos obtenidos por la encuesta de validación.

- **Conclusiones del seminario de grado**

Se realiza una comparación entre las habilidades y actitudes desarrolladas a los largo de la Propuesta de Aprendizaje con las habilidades y actitudes propuestas por el currículum vigente. Además de comparan las fortalezas y debilidades de la Propuesta diseñada para enriquecer más el análisis hecho previamente.

Capítulo 5

Propuesta de Aprendizaje

En el presente capítulo se expone la propuesta de aprendizaje. Primeramente, se describe de manera general la propuesta de aprendizaje para continuar con un análisis detallado del el test de diagnóstico, las clases y la evaluación final de la unidad.

5.1. Descripción general de la Propuesta

En esta Propuesta de Aprendizaje se desarrolla la Unidad 3: *Percepción sonora y visual y ondas sísmicas* de las Bases Curriculares de 1ºEM. En esta Propuesta es fundamental que el estudiante sea protagonista de su aprendizaje, que se apropie del conocimiento y que le otorgue significado y sentido a su aprendizaje, por lo que la Propuesta de Aprendizaje está basada en el socioconstructivismo, en particular el traspaso progresivo del control, el concepto de modelo, donde se inicia con los contenidos más cotidianos para los estudiante como es la contaminación acústica, hasta lo más abstracto como es el oído como un transductor, las prácticas científicas y la educación STEAM integrada, detalladas en el marco teórico.

La Propuesta de Aprendizaje contempla un test diagnóstico, cuatro clases de dos horas pedagógicas (90 minutos) y una evaluación final. En las clases se desarrolla la Propuesta desde la perspectiva del oído, como un sistema físico biológico.

La Propuesta de Aprendizaje presente en este capítulo se obtiene luego del diseño de la misma y las refinaciones pertinentes. La refinación surge a partir de la implementación de la

Propuesta de Aprendizaje y de la validación por expertos. El análisis de la implementación y la validación se detallan en el capítulo 6 del presente seminario de grado.

5.1.1. Estructura de las clases diseñadas

Para la implementación de cada clase se utiliza una guía para el estudiante, montajes experimentales y recursos digitales. A continuación se detalla la estructura general de las clases.

- **Contextualización**

Cada clase tiene una breve contextualización inicial utilizando recursos atractivos para los estudiantes como noticias, reseña histórica y videos.

- **Preguntas iniciales**

Luego de la contextualización, se insta a los estudiantes responder preguntas de forma individual o grupal, haciendo predicciones y relacionando la contextualización con problemas reales y físicos.

- **Experimentación**

En el desarrollo de la clase se realiza actividades de carácter experimental, utilizando distintos montajes. Cabe destacar que el enfoque no es la experimentación, sino que el trabajo posterior que se realiza a esta.

- **Reflexión post experimentación**

Las reflexiones son preguntas que apuntan al análisis de lo que se está observando o experimentando, desarrollando habilidades científicas y de nivel superior.

- **Formalización**

Se revisa como grupo curso las reflexiones, realizando un plenario. Posteriormente el docente realiza la formalización del contenido.

- **Cierre**

Para dar término a la clase, se realizan preguntas que servirán de introducción o de predicción para la clase siguiente.

En cada clase se proponen enlaces de internet para que los estudiantes puedan indagar más sobre el tema o aclarar algunas dudas que hayan surgido desde otros recursos. Estos enlaces se encuentran adjuntos como códigos QR para que los estudiantes puedan utilizar sus teléfonos celulares o tablets como recurso de aprendizaje en el aula. Otros códigos son los videos y enlaces utilizados en la clase misma, para que ellos puedan revisar el contenido cuantas veces les sea necesario, durante y fuera de la clase sin requerir al docente.

5.1.2. Referente al apoyo docente

Para la implementación de la Propuesta de Aprendizaje, además de la elaboración de las guías de los estudiantes, se elabora guías docente que contiene sugerencias de cómo abordar las preguntas y actividades, cómo trabajar con los estudiantes y la respuestas esperadas. Además se crearon manuales de construcción donde se especifica el cómo se elaboraron las maquetas y montajes utilizadas en las clases.

Para mayor información sobre las guías docentes se pueden consultar estas (anexo *n*°1).

5.2. Detalles de la propuesta de aprendizaje

Se presenta el test diagnóstico, las cuatros clases detalladas y la evaluación final. Cabe destacar que las clases y la evaluación final fueron modificadas luego de la implementación en un contexto real y validación por juicio de expertos, por lo que su descripción se realizó luego del refinamiento del material. Las guías originales se encuentran adjuntas (anexo *n*°2). A continuación se realiza una descripción del test diagnóstico, las clases y la evaluación final con su respectivo material.

5.2.1. Test diagnóstico

El test diagnóstico tiene como objetivo verificar si los estudiantes poseen el conocimiento mínimo necesario para abordar las clases de la propuesta de aprendizaje y reconocer los pre-conceptos que tienen los estudiantes sobre audición.

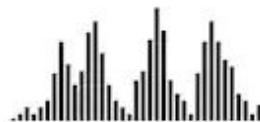
Este test diagnóstico consta de dos partes. La primera es un ítem de selección múltiple el cual tiene ocho preguntas las cuales tienen como objetivos identificar el nivel de los estudiantes sobre conceptos de de sonido. Dentro de estas preguntas se evalúan habilidades como la comprensión, el conocimiento, la evaluación, el análisis y la aplicación.

La segunda segunda parte del test, es un ítem de tres preguntas con respuestas abierta, las cuales tienen como objetivo identificar preconceptos asociados a ruido y audición que poseen los estudiantes. En este ítem los estudiantes deben responder las preguntas según sus experiencias y conocimientos adquiridos en la vida cotidiana o en el aula de clases. En estas preguntas además se miden las habilidades de comprensión, conocimiento y evaluación.

Para mayor información sobre las habilidades a evaluar en el test consultar el apoyo docente del test diagnóstico (anexo n°1).

Diagnóstico: ¿Cuánto sé de sonido?**1º medio**

Nombre: _____ Fecha: _____



Antes de responder este diagnóstico lee atentamente las instrucciones y los enunciados. Escribe todos los pasos y conceptos que utilizas. **No omitas ninguna pregunta.** En esta prueba demostrarás tus conocimientos sobre sonido. **Recuerda que la rapidez del sonido en el aire es de 340[m/s].**

I) Responde las preguntas marcando la alternativa correcta

- El sonido es una onda del tipo:
 - Longitudinal y mecánica
 - Longitudinal y electromagnética
 - Transversales y mecánica
 - Electromagnética y mecánica
- Una membrana vibra realizando 5 oscilaciones por cada 3[s]. ¿Cuál es la frecuencia de oscilación de la membrana?
 - 5 [Hz]
 - 3 [Hz]
 - 5/3 [Hz]
 - 3/5 [Hz]
- ¿Cuál es la característica de la onda sonora que nos permite distinguir una nota La de una guitarra a la de un clarinete?
 - Intensidad
 - Timbre
 - Tono
 - Frecuencia
- “El sonido que produce el Violín es más agudo que el sonido que produce el Contrabajo” ¿Qué característica de la onda sonora se está comparando en la frase anterior?
 - Intensidad
 - Tono
 - Timbre
 - Frecuencia
- Sofía está conversando con Rafaela sobre el volumen de la radio. Sofía dice que si se le sube el volumen a la radio las ondas de sonido son más largas, a lo que Rafaela responde que al aumentar el volumen hacemos crecer la amplitud. ¿Quién está en lo cierto?
 - Sofía
 - Rafaela
 - Ambas están en lo correcto
 - Ambas están equivocadas
- A menor número de vibraciones por segundo, es decir a menor frecuencia de onda el sonido es más...
 - Fuerte
 - Agudo
 - Grave
 - Largo
- De las siguientes opciones: ¿Cuáles son cualidades del sonido?

I. Altura	III. Tono
II. Intensidad	IV. Duración

 - Sólo II
 - II y IV
 - II, III y IV
 - I, II, III y IV
- La frecuencia de un La es de 440[Hz] ¿Cuál es su longitud de onda?
 - 17/22 [m]
 - 22/17 [m]
 - 1/440 [m]
 - 1/340 [m]

II) Responde las preguntas según tus experiencias y conocimientos. Argumenta y justifica tu respuesta, Mientras más específico seas mejor.

1. ¿Cómo definirías ruido? ¿Existe alguna diferencia entre el ruido y el sonido?

2. ¿Cuáles son las partes del oído que permite la **recepción** estímulos sonoros? Dibuja tu idea.

3. ¿Cuál es el proceso biológico o físico que permite la **interpretación** de los estímulos sonoros? Dibuja tu idea.

4. El oído está compuesto por estructuras muy frágiles que se pueden dañar con las distintas ondas recibidas por el entorno, ¿qué **características de la onda** (ejemplo: tono, frecuencia, amplitud, longitud) crees tú que es más dañina para el oído humano?, ¿Por qué?

5.2.2. Clase 1

El tema a tratar en la primera clase es ruido y contaminación acústica, por lo que el objetivo de aprendizaje propuesto es explorar y describir el funcionamiento del oído humano, considerando el espectro sonoro, la contaminación acústica y sus consecuencias y las capacidades y limitaciones del sistema auditivo. El indicador de evaluación para esta clase es que los estudiantes proponen medidas de protección a la contaminación acústica, para las personas y los seres vivos en general.

Las habilidades a desarrollar por parte de los estudiantes en esta clase son: Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad; evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla y analizar y explicar los resultados de una investigación científica, para plantear inferencias y conclusiones.

Las actitudes que se promueven en esta clase son el esfuerzo y la perseverancia en el trabajo personal entendiendo que los logros se obtienen sólo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con precisión y orden. Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos. Y por último usar de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación para favorecer las explicaciones científicas y el procesamiento de evidencias, dando crédito al trabajo de otros y respetando la propiedad y privacidad de las personas.

Guía 1: ¿Cómo mitigamos el ruido?

Nombre: _____

Curso: _____ Fecha: _____



Lee la siguiente noticia y responde las preguntas siguiendo las instrucciones de tu profesor:

Contra la Contaminación Acústica en las Autopistas Urbanas Barreras Acústicas reducen significativamente el ruido en las carreteras



Barreras Acústicas Autopista Américo Vespucio Sur, Sector Av. Grecia

El tráfico vehicular es reconocido internacionalmente como el responsable del más del 70% de la contaminación acústica en una ciudad lo cual genera efectos nocivos para la salud de las personas tanto temporales como permanentes a través de los sistemas endocrinos y nerviosos autónomos. Las consecuencias en el organismo empiezan a ser observadas a partir de las exposiciones diarias a largo plazo a niveles de ruido por encima de los 70 decibeles (dB), nivel límite recomendado por la OMS y que ocurre por ejemplo en zonas de alto tráfico llegando hasta los 90 dB. Por lo tanto, controlar el ruido ha sido una de las principales preocupaciones que ha debido

enfrentar las autoridades del Ministerio de Obras Públicas de Chile al diseñar las nuevas autopistas urbanas. Un ejemplo de estas nuevas rutas es la autopista Vespucio Sur, que se extiende por 24 kilómetros en el sector oriente de Santiago y en la cual se ha instalado 2.000 metros de barreras acústicas.

Estas barreras acústicas de 4 metros de altura, consideran un 67% absorbente y un 33% reflectante, a través de la utilización de paneles de aluminio y polimetilmetacrilato (tipo de policarbonato) respectivamente, logrando con ello la atenuación de ruido equivalente a una conversación normal.

Nivel de intensidad del sonido.	
140 dB	Umbral del dolor
130 dB	Avión despegando
120 dB	Motor de avión en marcha
110 dB	Concierto
100 dB	Perforadora eléctrica
90 dB	Tráfico
80 dB	Tren
70 dB	Aspiradora
50/60 dB	Aglomeración de Gente
40 dB	Conversación
20 dB	Biblioteca
10 dB	Respiración tranquila
0 dB	Umbral de audición

Si bien se pudo aislar el ruido producido por la carretera con barreras acústicas, existen calles dentro de la ciudad, como lo es la Alameda, que sus niveles de ruido están sobre los 80 dB. Muchos de los vecinos que viven cerca se han quejado del constante ruido producido por el tráfico, pero lamentablemente la solución de las barreras acústicas no es posible para esta avenida ya que cerraría accesos peatonales, paraderos de locomoción colectiva, entre otros, por lo que necesitan implementar otra solución mitigadora de ruido. En la escala de la izquierda puedes observar algunos niveles de intensidad sonora con sus fuentes generadoras.

¿Cómo se construye la escala de decibeles?



Escanea el código QR con tu celular y podrás saber la respuesta.



1.- ¿Cómo pueden protegerse de la contaminación acústica aquellos vecinos que viven en zonas muy transitadas?



2.- ¿Crees que se podrían usar los materiales de los paneles acústicos para la construcción de edificios? ¿Dónde se podría utilizar este material?



3.- ¿Existirá una mejor solución para la mitigación del ruido para estos edificios?



¡Manos a la obra!

Ahora ayudaremos a los vecinos afectados por el ruido de las calles. Experimentaremos con distintos sonidos y materiales para descubrir aquel material que mitiga más la contaminación acústica producida por el tráfico.

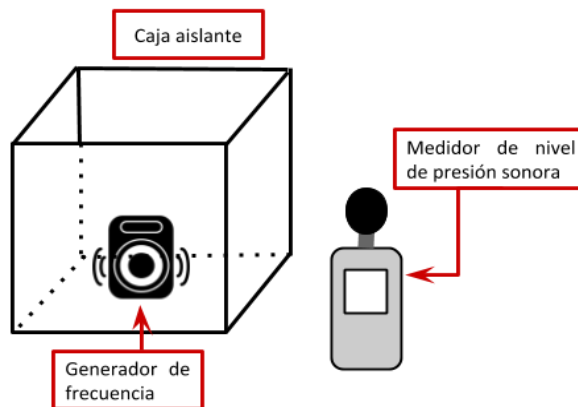
Materiales:

- Generador de frecuencia o celular con la aplicación de generador de frecuencia.
- Cajas de distintos materiales.
- Sonómetro, celular con la aplicación de sonómetro o indicador de nivel de presión sonora.

¿Qué haremos?

- Encender el generador de frecuencia y configurar la frecuencia.
- Colocar el generador de frecuencia dentro de una caja y cerrar.
- Registrar lo medido por el sonómetro.
- Hacer lo mismo para cada caja.

El montaje que utilizaremos será similar a este:



Frecuencia 1 =		Frecuencia 2 =	
Caja aislante	dB	Caja aislante	dB
Sin caja		Sin caja	
Cartón		Cartón	
Poliestireno expandido		Poliestireno expandido	
Espuma		Espuma	
Policarbonato		Policarbonato	
Tipo termopanel		Tipo termopanel	
Cartón de huevos		Cartón de huevos	

Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:



4.- ¿Qué variables estuviste manipulando en la experimentación? Explica claramente la relación que tienen estas variables.



5.- ¿Qué material fue el que más mitigó la transmisión de las frecuencias utilizadas?, ¿Cuál es la característica fundamental de este material?



6.- Los materiales que utilizamos, ¿hasta qué punto servirían para aislar? Relaciona los realizado en clases con los conceptos físicos.

5.2.3. Clase 2

El tema a tratar en la segunda clase es la medición de la longitud de onda, por lo que el objetivo de aprendizaje propuesto es explorar y describir el comportamiento de una onda en una cuerda vibrante, identificando: máximos y mínimos, nodos y antinodos y características de una onda como longitud de onda y frecuencia. El indicador de evaluación para esta clase es que los estudiantes describan el espectro audible para las personas, considerando variables como la frecuencia y la intensidad sonora.

Las habilidades a desarrollar por parte de los estudiantes en esta clase son: organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad, planificar diversos diseños de investigaciones experimentales que den respuesta a una pregunta y problema sobre la base de diversas fuentes de información científica y discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica, las posibles aplicaciones y soluciones a problemas tecnológicos, las teorías, las predicciones y las conclusiones, utilizando argumentos basados en evidencias y en el conocimiento científico y tecnológico.

Las actividades que se promueven en esta clase son el esfuerzo y perseverancia, entendiendo que los logros se obtienen sólo después de un trabajo riguroso y que los datos empíricamente confiables se obtienen si el labor se realiza con precisión, orden y si se trabaja responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.

Guía 2: ¿Podemos determinar características del sonido?



Nombre: _____

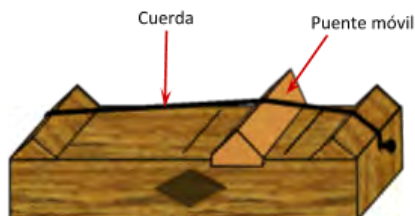
Curso: _____ Fecha: _____



Lee atentamente la siguiente información y responde las preguntas

¿Cómo funciona el monocordio?

El monocordio es un instrumento musical de sólo una cuerda que es capaz de emitir el sonido de un octava completa, es decir se pueden producir las notas Do grave, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si y Do agudo, gracias al deslizamiento de un puente móvil.



Este instrumento es la base de todos los instrumentos de cuerdas que hoy conocemos, como el violín, el chelo, la guitarra, entre otros... pero ¿cómo saber dónde debes colocar el puente móvil para producir las distintas notas musicales?

La escuela pitagórica encontró la siguiente relación: si se tensa una cuerda, tal como lo hace el monocordio, sonará una nota en particular por ejemplo la nota Do. Si esa cuerda se divide a la mitad y se hace sonar el trozo de cuerda correspondiente a $1/2$, la nota generada es Do perteneciente a la siguiente octava. Luego si la cuerda original se divide en tres partes iguales y se hace sonar el trozo de cuerda de correspondiente a $2/3$ de la cuerda, la nota emitida será la nota Sol. Finalmente si se divide la cuerda original en 4 partes iguales y se hace sonar el trozo de cuerda que representa $3/4$ de la cuerda original, se podrá escuchar la nota Fa.

Como ya se mencionó los instrumentos musicales actuales se basan en el funcionamiento del monocordio para poder formar la escala musical. Un ejemplo concreto es la guitarra, que en vez del puente móvil tiene los trastes que marcan el espacio donde se generan las distintas notas.



1.- ¿Qué relación existe entre la longitud de la cuerda y la nota producida?



2.- ¿Cómo se relaciona lo ocurrido en un monocordio con la longitud de onda y la frecuencia que tiene cada nota?



3.- Si se sabe que la frecuencia de una nota DO es de 523,251 HZ, Calcula su longitud de onda.



Observa el video y responde la siguiente pregunta

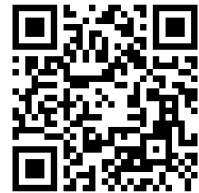


Onda estacionaria cuerda y resorte
4 visualizaciones

1 0 COMPARTIR

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



4.- ¿Qué elementos de una cuerda vibrante identificaste? Anótalos y descríbelos.



¡A explorar!

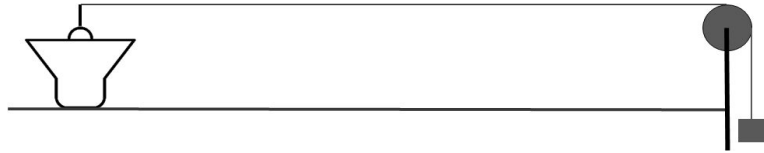
Ahora que tienes una idea de cómo medir la longitud de una onda, seguiremos el siguiente procedimiento:

Materiales:

- Hilo
- Polea
- Masa
- Fuente emisora con vástago
- Cinta métrica

¿Qué haremos?

- Amarra un extremo del hilo a el vástago fijado en la fuente emisora.
- Estira el hilo desde el otro extremo.
- Enciende la fuente emisora y fija una frecuencia baja.
- Tensa el hilo hasta que observes una onda estacionaria en él.
- Con la cinta métrica, mide la distancia que hay entre el extremo del hilo que está amarrado hasta el nodo que estás observando.



5.- Registra los datos de la medición y dibuja la situación anterior. ¿Cuánto mide la longitud de onda? Recuerda que la variable independiente es la frecuencia y la dependiente es la longitud de onda.



6.- Estima la frecuencia del sonido producido por la fuente emisora.



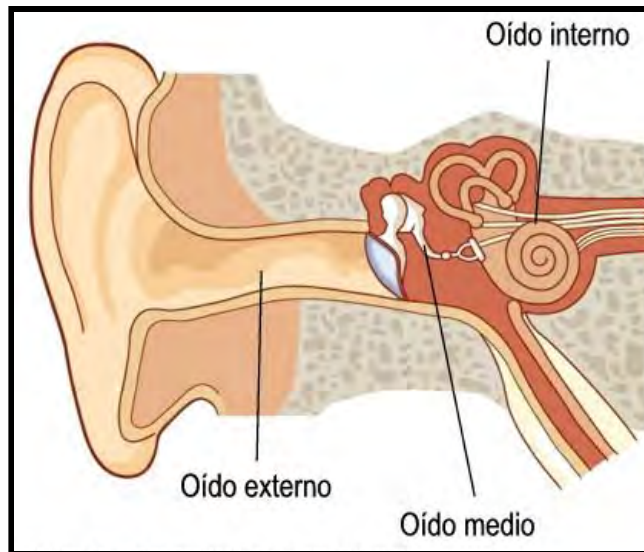
7.- Si la audición humana tiene un rango entre los 20 Hz - 20.000 Hz, calcula cuales son las longitudes de onda que el oído humano alcanza a percibir.



9.- Explica cómo es posible que las longitudes de onda calculadas anteriormente se propaguen por el oído humano.



10.- En la siguiente figura realiza una representación de la propagación de las ondas de sonido en el oído humano.



5.2.4. Clase 3

El tema a tratar en la tercera clase es la propagación de ondas en canales, para realizar la semejanza de cómo se propaga una onda sonora en el canal auditivo y la cóclea, siendo el objetivo explorar la recepción de las ondas sonoras y la propagación de ondas en canales. El indicador de evaluación para esta clase es que los estudiantes expliquen las funciones de las estructuras del oído (interno, medio y externo) en el proceso de audición del ser humano.

Las habilidades a desarrollar por parte de los estudiantes en esta clase son: organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad; y crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema.

Las actitudes que se promueven en esta clase son el mostrar curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, disfrutando del crecimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorando su importancia para el desarrollo de la sociedad y trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.

Dado a que el material e instrumentos utilizados para la confección del montaje experimental no es de fácil acceso para todos, se diseña una versión alternativa de esta guía; en la cual se utiliza un video, disponible en la red, que muestra la experimentación. Esta versión de la guía se puede encontrar en el anexo *n*°1.

Guía 3: ¿Cómo viaja el sonido?

Nombre: _____

Curso: _____ Fecha: _____



Observa el video y responde las siguientes preguntas



Teléfono de vasos y onda en una cuerda

2 visualizaciones

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



1.- ¿Cómo crees que el sonido viaja por el hilo? ¿Cuál crees que son las condiciones del hilo para que la onda pueda viajar?



¡Manos a la obra!

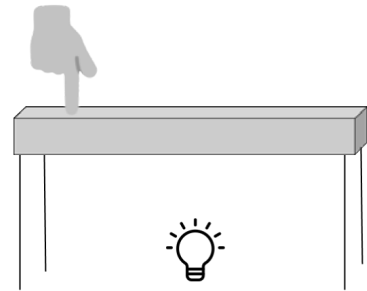
Comprendamos cómo es que la onda sonora se propaga por el tubo.

Materiales:

- Cubeta de ondas.
- Canal recto.
- Foco.

¿Qué haremos?

- Sitúa la cubeta encima de dos mesas.
- Agrega agua a la cubeta.
- Coloca el canal recto dentro de la cubeta de ondas.
- Coloca el foco bajo la cubeta de ondas.
- Enciende el foco.
- Observa las 3 situaciones que el profesor realizará.



Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:



2.- En el siguiente recuadro, dibuja las situaciones anteriores:

Situación 1:	Situación 2:	Situación 3:
<hr/>	<hr/>	<hr/>



3.- ¿Cómo es posible que la onda pueda viajar por el canal recto en las tres situaciones?



4.- ¿Existirá alguna similitud entre el canal recto y nuestro oído? Expliquen.



¡Manos a la obra!

Ahora experimentemos con una maqueta de la cóclea

Materiales:

- Cubeta de ondas.
- Canal curvo.
- Foco.

¿Qué haremos?

- Sitúa la cubeta encima de dos mesas.
- Agrega agua a la cubeta.
- Colocar el canal curvo dentro de la cubeta.
- Coloca el foco bajo la cubeta de ondas.
- Enciende el foco.
- Observa la situación que el profesor realizará

Luego de esta segunda experimentación, responde las siguientes preguntas:



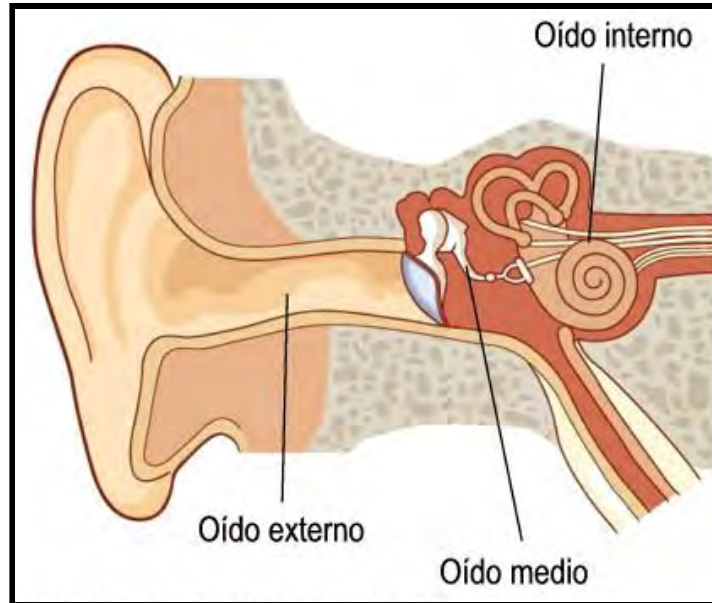
5.- ¿Cómo se propaga la onda por el canal curvo? explica y dibuja.



6.- ¿A qué parte de nuestro oído se asemeja la forma del canal curvo?



7.- Observa la imagen del oído y realice una analogía entre la cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo) y la cóclea con el montaje experimental anterior.



8.- Describe la propagación del sonido en el oído humano.

¿Quieres saber más del oído interno y sus cavidades?

Escanea el código QR con tu celular y podrás saber un poco más.



5.2.5. Clase 4

El tema a tratar en la cuarta clase es el funcionamiento de la membrana timpánica y la transducción realizada en el oído interno, por lo que el objetivo propuesto es explorar y describir el funcionamiento del oído humano, considerando la recepción de las ondas sonoras, el espectro sonoro, sus capacidades y las tecnologías correctivas. Los indicadores de evaluación para esta clase es que los estudiantes expliquen la función de las estructuras del oído (interno, medio y externo) en el proceso de audición del ser humano y que describan el oído como un transductor que transforma ondas mecánicas a señales eléctricas a través de la excitación de las células ciliadas.

Las habilidades a desarrollar por parte de los estudiantes en esta clase es explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas, en forma oral y escrita.

La actitud que se promueven en esta clase es mostrar valoración y cuidado por la salud y la integridad de las personas, evitando conductas de riesgo, considerando medidas de seguridad y tomando conciencia de las implicancias éticas de los avances científicos y tecnológicos.

Guía 4: ¿Cómo crees que escuchamos?

Nombre: _____

Curso: _____ Fecha: _____



Observa el video y responde las siguientes preguntas



Placas de Chladni
289 visualizaciones

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



1.- Las figuras presentadas en la lámina depende de la frecuencia con la que se estimula la placa ¿Qué otras variables crees tú que inciden en la formación de las distintas figuras?



2.- Imagina si variamos el material de la placa por otro. Describe el material y responde ¿cómo se moverían los granos de arena que se disponen encima de la placa con el nuevo material? (ejemplo: si el nuevo material es más grueso o más poroso)



3.- Si relacionamos lo observado con el oído, ¿qué representaría la lámina vibrante?.

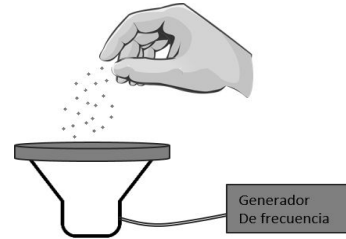


¡Manos a la obra!

Comprendamos cómo escuchamos

Materiales:

- Membranas de distintos materiales
- Tubo con bastidor
- Altoparlante
- Generador de onda
- Sémola



¿Qué haremos?

- Conecta el altoparlante al generador de onda.
- Coloca las membranas de distintos materiales.
- Configura el generador de onda a una baja/alta frecuencia
- Enciende el generador de onda.

Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:



4.- Enumera del 1 al 3 las características de las membranas, siendo 1 el valor más bajo y 3 el valor más alto.

Característica /membrana	Negra	Cartulina	Transparente
Tensión			
Grosor			
Elasticidad			



5.- Observa cómo vibran la sémola y descríbela en la tabla a continuación según la frecuencia y las membranas.

Frecuencia	Membrana negra	Membrana de cartulina	Membrana transparente



6.- Considerando que las membranas están simulando el tímpano ¿Cuál sería la consecuencia de las variables anteriores (tensión, grosor y elasticidad) para la audición humana?



¡Manos a la obra!

Comprendamos cómo es que escuchamos

Materiales:

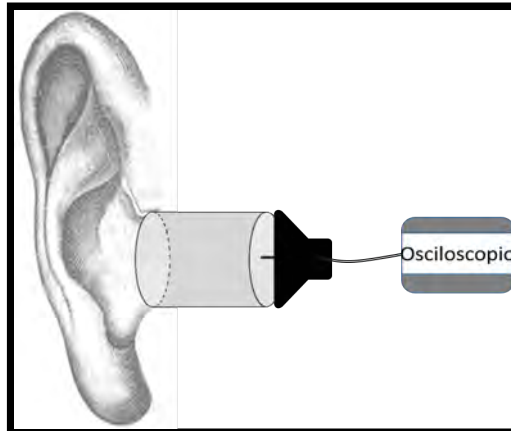
- Maqueta de oído
- Osciloscopio

¿Qué haremos?

- Prende el osciloscopio de la maqueta.
- Acércate a la oreja y habla fuerte.
- Observa lo que ocurre en el osciloscopio.



7.- Identifica y señala que representa cada parte de la maqueta utilizada



8.- Describe detalladamente la propagación de la onda sonora desde que es emitida hasta que es recibida por el osciloscopio utilizando la anatomía del oído.



9.- ¿Cómo se relaciona la señal mostrada en el osciloscopio con lo que pasa en el oído interno?



¿Cómo escuchamos?

El oído está dividido en tres partes, el oído externo, medio e interno. El oído externo consta del pabellón auricular (oreja) y el canal auditivo, el oído medio empieza desde el tímpano hasta la juntura que se tiene la cadena de huesecillos con la cóclea y el oído interno consta de la cóclea, que en su interior se encuentra el líquido coclear y las células ciliadas adheridas a su pared, y el nervio auditivo.

Cuando la onda sonora es emitida, entra por el oído externo y se propaga por el canal auditivo hasta incidir en el tímpano, lo cual provoca que este mueva la cadena de huesecillos con la misma frecuencia de la onda incidente. Cuando el Yunque mueve a la cóclea, produce que el líquido en su interior se mueva con la misma frecuencia.

Las células ciliadas que se encuentran en la pared de la cóclea. Estas células son selectivas puesto que se mueven sólo con una frecuencia determina, por lo que la onda que se propaga a través de la cóclea, sólo es capaz de estimular sólo a aquellas células que pueden “leer” la frecuencia que se está propagando. El movimiento de estas células producen un impulso nervioso que se propaga hasta el cerebro como una señal eléctrica. A este proceso se le denomina transducción, puesto que las células ciliadas transforman una onda mecánica a una de tipo eléctrica.

¿Quieres repasar parte de lo aprendido en estas clases?

Escanea el código QR con tu celular y podrás ver un vídeo del oído.



5.2.6. Evaluación final

Para la evaluación final de la unidad se propone utilizar la estrategia de telaraña realizando la actividad en grupos. Para que los estudiantes puedan construir la telaraña se les hará entrega de las respectivas instrucciones, donde se explicita a los estudiantes el número de integrantes por grupo, el número mínimo de conceptos a utilizar en la telaraña y la rúbrica con que será evaluado el trabajo. En estas instrucciones se explica a grandes rasgos cómo se debe construir la telaraña. Las indicaciones entregadas a los estudiantes con la respectiva rúbrica del trabajo se encuentran adjuntas en el anexo n°1.

Este organizador es relevante dadas las conexiones que se pueden trazar entre los términos que se quieren incluir (Bahón & Escamilla, 2017). En este tipo de organizador de información se debe tener claro las ideas que se desean interrelacionar y la idea principal del centro del organizador, alrededor de esta idea se colocan las siguientes ideas, ubicando de manera más próxima las ideas más importantes y más alejadas las más detalladas o específicas (Bahón & Escamilla, 2017).

Las conexiones realizadas entre los conceptos se realizan a través de flechas de origen y destino. En estas conexiones se escribe una breve causa de la relación entre los conceptos (Bahón & Escamilla, 2017). Con este tipo de actividad se puede evidenciar si los estudiantes relacionaron e internaron los conceptos asociados. Es un trabajo donde se pueden desarrollar habilidades de nivel superior como la comprensión, el análisis y la síntesis.

Como ayuda al docente en la implementación de la evaluación existe otro documento asociado, la guía docente de la evaluación final. En esta guía se explicita la construcción de la telaraña, con ejemplos de posibles telarañas que se podrían formar respecto a las indicaciones dadas. Además unas acotaciones para el momento de realizar la evaluación del trabajo.

Evaluación final: Audición y sonido
¡Demostremos lo aprendido!
1º medio



Nombres: _____

Antes de responder lee atentamente las instrucciones. En esta evaluación demostrarás tus conocimientos sobre sonido y audición.

Instrucciones:

Esta evaluación la realizarán en grupos de 3 hasta 5 personas, utilizarás los materiales que existen a tu disposición, como cartulinas, tijeras, pegamentos, palillos, plastilina, lápices de colores, etc. para realizar una **telaraña** donde relacionarás conceptos aprendidos en la unidad de audición y sonido para solucionar una problemática que el profesor les indicará.

Para la construcción de la telaraña deberás tener en consideración la **jerarquización** de los conceptos, es decir, la organización e importancia que tuvieron los distintos conceptos en el desarrollo de la unidad. El concepto central debe ser la problemática dada, acompañada de un segundo concepto central, el cual debe ser el concepto macro para abordar la solución a la problemática. También deben tener presente la conexión que tienen los conceptos, el cómo se relacionan. Sé limpio al momento de trabajar para que tenga buena presentación, esta será considerada al momento de la evaluación final.

Debes usar al menos 10 conceptos de la lista a continuación. Recuerda que la evaluación se debe entregar al término de la hora de clases. ¡Suerte!

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Onda | 14. Nodo |
| 2. Sonido | 15. Antinodo |
| 3. Oído interno | 16. Longitud de onda |
| 4. Oído medio | 17. Frecuencia |
| 5. Oído externo | 18. Cóclea |
| 6. Mitigación | 19. Líquido |
| 7. Material | 20. Canal |
| 8. Absorción | 21. Célula Ciliada |
| 9. Tímpano | 22. Transductor |
| 10. Métodos correctivos | 23. Señal eléctrica |
| 11. Aire | 24. Pérdida auditiva |
| 12. Onda mecánica | 25. Sistema auditivo |
| 13. Ruido | 26. Oído |

Rúbrica de evaluación

Criterio	3 puntos (>80%)	2 puntos (80% - 50%)	1 punto (<50%)	Puntaje obtenido
Conceptos utilizados	Utiliza los conceptos mínimos solicitados.	Utiliza menos de 8 conceptos.	Utiliza menos de 5 conceptos.	
Conexión entre conceptos	Los conectores utilizados son coherentes y precisos, por lo que conexión de las ideas quedan claras.	Los conectores utilizados son coherentes pero no precisos. La conexión de las ideas quedan claras. Algunas conexiones son erróneas.	Los conectores utilizados no son coherentes, lo cual dificulta la conexión clara de las ideas.	
Prolijidad del trabajo	Se distinguen los conectores, los conceptos y la unión de estos con facilidad.	Se distinguen con dificultad los conectores, los conceptos y la unión de estos.	No se distinguen los conectores, los conceptos y la unión de estos.	
Orden de los conceptos	Se distingue el concepto central, de los conceptos secundarios, el cual puede ser desglosado utilizando diferentes conceptos hasta finalizar en el último concepto que concluye la idea.	Desglosa la idea central finalizando con un concepto que puede ser desglosado. Algunos conceptos no se encuentran bien ordenados según su jerarquía.	No se distingue un concepto central, las conexiones no son las más adecuadas.	
Construir la telaraña conducente con la situación problema	Construye una telaraña apto para la solución de la situación de problema.	Construye la telaraña necesitando la asesoría del docente.	Construye una telaraña que no soluciona la situación problemática.	

Observaciones:

Capítulo 6

Análisis de los resultados

Con la finalidad refinar y de presentar una propuesta sólida para el proceso de aprendizaje de los contenidos relacionados con el OA 12: “Explorar y describir el funcionamiento del oído y del ojo humano considerando: La recepción de ondas sonoras y luminosas, el espectro sonoro y de la luz visible y sus capacidades, limitaciones, consecuencias sociales y tecnología correctiva” de la Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas de física de 1ºEM propuesta por el Ministerio de Educación en las Bases Curriculares del 2016, se valida la propuesta de aprendizaje mediante las ya mencionadas implementaciones y validaciones de por juicio de expertos. A través de las respuestas dadas por los estudiantes en la implementación, se pueden obtener conclusiones contundentes sobre las mejoras y refinamientos pertinentes a la Propuesta de Aprendizaje. Posteriormente, se realiza la validación de las clases, para así también obtener información desde otra perspectiva asociada al proceso de enseñanza-aprendizaje, los docentes. Ellos evaluaron las clases según una escala de apreciación o escala de Likert.

Luego de la obtención de los datos a través de la implementación realizada y la validación hecha por expertos se realiza el procesamiento y el análisis de los respectivos datos. Desde la implementación de la respuesta se recolectan datos asociados a las preguntas esenciales de la Propuesta o las cuales generaron mayor confusión y problema. Desde la validación realizada por expertos, se toman todos los datos asociados a la guía docente, las partes de la clase (inicio, desarrollo y cierre) y el material utilizado. Por lo que el presente capítulo se analizarán por una parte los datos obtenidos en cada implementación realizada y posteriormente los datos obtenidos por la validación.

6.1. Implementación de la propuesta

En esta parte del capítulo se describe las características generales de los participantes y en donde se realizó la implementación, y en análisis clase a clase realizado post implementación. En cada clase existen preguntas que son claves para la comprensión de los conceptos de la secuencia completa, por lo que se analizan más a profundidad estas preguntas. Asociado a este análisis se encuentran gráficos donde se presentan las respuestas categorizadas. Para representar el tipo de respuesta dada por los estudiantes se realizaron etiquetas que representan la clase, el número de pregunta de la clase y el tipo de respuesta, por lo que la etiqueta consta de dos números (número de la clase, número de la pregunta) y una letra (tipo de respuesta). Es decir, si se decidió analizar la pregunta 3 de la clase 2 la etiqueta del gráfico es del tipo 2.3 (número de la clase, número de la pregunta) con todos sus tipos de respuestas, si son 4 tipos de respuestas las etiquetas son: 2.3.a, 2.3.b, 2.3.c, 2.3.d.

Además se destaca que las respuestas y su análisis fueron categorizadas por tipo de respuesta, por lo que un estudiante podía entregar más de una respuesta asociada a cada pregunta.

La Propuesta de Aprendizaje se implementa en un establecimiento educacional mixto ubicado en la comuna de Providencia en Santiago de Chile, el cual tiene 2 horas pedagógicas de física a la semana (90 minutos), lo cual es el mínimo exigido por el Ministerio de Educación.

La selección de los participantes se tiene una muestra de tipo no probabilística accidental, de un valor de 20 estudiantes de 1° EM.

Cabe destacar que los participantes sólo se utiliza para la verificación de las preguntas de las guías diseñadas para la Propuesta. Por lo que no se analizarán los datos respecto al sexo o rango etario, sino que se analizará si las respuestas dadas cumplen con los objetivos planteados y con ello hacer las respectivas modificaciones de la Propuesta de Aprendizaje.

6.1.1. Test diagnóstico

El total de participantes que respondieron el test diagnóstico fueron 17 estudiantes de 1n°EM.

Para el análisis del primer ítem, de selección múltiple, primero se presenta el porcentaje de logro por cada pregunta y se compara con la habilidad que el estudiante desarrolla en dicha pregunta, así el análisis se realiza respecto a la habilidad y contenido de la pregunta. A continuación se muestra el cuadro de cada pregunta con su respectiva habilidad y su porcentaje de logro.

<i>Pregunta</i>	<i>Habilidad</i>	<i>Porcentaje de logro</i>
1	conocimiento	80 %
2	conocimiento	80 %
3	comprensión	60 %
4	análisis	20 %
5	evaluar	40 %
6	conocimiento	40 %
7	evaluación	60 %
8	aplicación	40 %

Cuadro 6.1: Cuadro de habilidades y porcentaje de logro por pregunta, ítem 1

Del cuadro se observa que las preguntas de conocimiento, 1, 2 y 6 en general tiene un gran porcentaje de logro con un 80 %, 80 % y 40 % respectivamente. La pregunta 1 deja en evidencia que los estudiantes logran identificar el tipo de onda correspondiente al sonido. La pregunta 2 muestra que los estudiantes comprenden la relación matemática entre oscilaciones, tiempo y frecuencia. En la pregunta 6 se observa una disminución del porcentaje, por lo que deja en evidencia que los estudiantes no relacionan frecuencia con la percepción de la onda de sonido (aguda o grave).

La pregunta 3, los estudiantes deben relacionar características de la onda con una situación dada. De esta pregunta se tiene que el porcentaje de logro es del 60 %, por lo que los estudiantes identifican cualidades de las ondas de sonido como es el timbre, pero existe un porcentaje de estudiantes que tienen dificultad para identificar cualidades del sonido dado un contexto.

La pregunta 4, en la cual los estudiantes deben identificar, en una pregunta de aplicación,

el concepto que se está hablando si se compran los sonidos agudos o graves de distintos instrumentos. El porcentaje de logro en esta pregunta es del 20 %, por lo que los estudiantes no logran asociar frecuencia con la percepción del sonido. Por otro lado, cabe destacar que la habilidad de análisis es una habilidad superior que requiere de una total comprensión de los conceptos, pero como se mostró en la pregunta 6, los estudiantes no comprenden y no conocen la relación entre frecuencia y cómo se percibe el sonido.

En la pregunta 5, se expone una situación de dos personas conversando respecto a los que sucede, en términos físicos, cuando se sube el volumen de la radio y ambas personas dan su punto de vista. El estudiante debe responder, según sus conocimientos, quien está en lo cierto. Esta pregunta tiene un 40 % de logro, lo cual muestra que la mayoría de los estudiantes no comprenden las implicancias de modificar las cualidades de la onda.

En la pregunta 7, los estudiantes deben identificar algunas de las cualidades del sonido. Se observa que hay un 60 % de logro, por lo que los estudiantes conocen algunas cualidades de sonido.

En la pregunta 8, los estudiantes deben realizar cálculos de longitud de onda utilizando datos como frecuencia y velocidad de sonido en el aire. Se observa que sólo se obtuvo un 40 % de logro, lo cual indica que la mayoría de los estudiantes no relaciona los conceptos de frecuencia, longitud de onda y velocidad del sonido para realizar el cálculo matemático.

De las preguntas analizadas anteriormente, se debe mencionar que en general los estudiantes conocen los conceptos referentes a sonido pero no logran relacionarlo con la vida cotidiana. Esto queda claro al analizar aquellas preguntas que están bajo el contexto de la vida real y no logran realizar la conexión entre la teoría y lo que se les está pidiendo. Es por esta razón que antes de iniciar con la unidad del sistema auditivo, se debe realizar un repaso sobre las cualidades del sonido y cómo estas afectan en la salud auditiva, lo cual se retomará durante la implementación de la Propuesta de Aprendizaje.

El segundo ítem del diagnóstico está enfocado para descubrir los preconceptos sobre sonido y audición de los estudiantes, por lo que se presentará la frecuencia porcentual del tipo de

respuestas dada por los estudiantes.

La pregunta 1 se divide en dos preguntas, de la primera parte pregunta se tiene que el 80 % de los estudiantes describe el ruido como un sonido molesto o poco armónico y que puede ser desagradable para las personas y el 20 % no responde a la pregunta.

Luego la segunda parte de la pregunta 1, los estudiantes deben mencionar la diferencia que existe entre ruido y sonido, de los cuales los estudiante mencionan que el sonido es armonioso y el ruido no, el sonido se propaga de manera distinta que el ruido. Otros estudiantes mencionan que no hay diferencia ya que el sonido es todo lo que se escucha por lo que el ruido también es un sonido.

La pregunta 2, los estudiantes deben dibujar el lugar donde se realiza la recepción de los estímulos sonoros. El 40 % de los estudiantes menciona que las partes del oído encargado de la recepción sonora es el pabellón auricular, tímpano y canal auditivo. El 20 % de los estudiantes dibuja un esquema simplificado del sistema auditivo y marcan que en el canal auditivo se realiza la recepción de las ondas sonoras. Finalmente el 40 % de los estudiantes no responde.

En la pregunta 3, los estudiantes deben dibujar el lugar donde se realiza el proceso de interpretación de las ondas sonoras a los estímulos nerviosos. El 40 % de los estudiantes menciona que la interpretación se realiza en el cerebro. El 20 % sólo identifica que existe un movimiento interno en el oído que genera impulsos nerviosos. Otro 20 % responde con otras ideas y otro 20 % no responde.

Finalmente en la pregunta 4, inicialmente los estudiantes responden acerca de la característica de la onda más dañina para el oído humano. El 20 % de los estudiantes piensa que la cualidad más dañina del sonido es la frecuencia ya que a medida que la frecuencia aumenta, el sonido se hace más agudo por lo que es más molesto para los oídos. El 40 % piensa que la amplitud es más dañina para el oído debido que cuando una onda tiene más energía, mayor es la amplitud que esta tiene. Otro 20 % piensa que el tono es más dañino para el oído ya que este se relaciona con el ruido y las personas pueden padecer de sordera cuando se exponen a mucho ruido. Cabe destacar que existe un 20 % que no responde.

De las preguntas anteriores cabe destacar las respuestas de la pregunta 1, ya que los estudiantes tienen ideas muy acertadas de lo que es el ruido, pero no así la diferencia entre ruido y sonido, lo cual se abordará durante la primera clase de la Propuesta de Aprendizaje.

Al analizar las respuestas de la pregunta 2 y 3, se destaca que los estudiantes tienen un acercamiento de la anatomía del oído, pero no tienen mayor acercamiento con las funciones de este, como por ejemplo cuando responden que el cerebro es el encargado del proceso de interpretación de los impulsos sonoros pero no relacionan otras estructuras del oído en este proceso. Por lo que se tendrá en consideración al momento de abordar este tema en las clases 3 y 4.

Finalmente se debe destacar de la pregunta 4, que existe una gran variedad de respuestas; lo que deja en claro que los estudiantes no relacionan los conocimientos de sonido con la audición humana y cómo esas características del sonido puede afectar en la vida de las personas.

6.1.2. Clase 1

Esta clase constaba originalmente de seis preguntas, de las cuales las más relevantes para la Propuesta son las número 4 y 6, ya que con estas se construyen los conceptos asociados a la mitigación del ruido, relacionando sus variables y los efectos físicos. A continuación se presentan las preguntas mencionadas y las respuestas asociadas con su respectivo análisis.

La pregunta 4 se realiza luego de la experimentación asociada a esta clase, para identificar las variables asociadas a la mitigación del ruido y la relación que existen entre ellas.

- Pregunta 4: *¿Qué variables estuviste manipulando en la experimentación? ¿Cómo crees que se relacionen?*

A continuación se muestran las respuestas categorizadas de los estudiantes:

Etiqueta	Respuesta obtenida
1.4.a	Identifican la frecuencia como variable.
1.4.b	Identifican los tipos de aislantes como variable.
1.4.c	Identifican los materiales de las cajas como variables.
1.4.d	Identifican la densidad como variable.

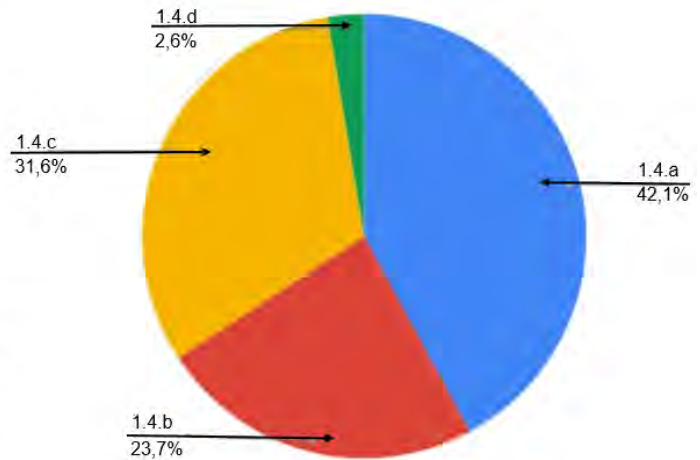


Figura 6.1: Gráfico análisis guía 1, respuestas pregunta 4

Del gráfico se destaca que un 42,1 % identifica que la frecuencia es una variable utilizada, mencionando que se varió esta frecuencia en dos instancias, en un momento se trabajó con una frecuencia alta y en otra instancia con una frecuencia baja. Luego el 23,7 % menciona que se utilizan distintos materiales aislantes, dejando así esta cualidad del material como variable. El 31,6 % considera que el material de las cajas es una variable manipulada en la experimentación y finalmente el 2,6 % menciona que la densidad es una variable utilizada. Si se compara estas respuestas con las espuestas esperadas propuestas en la guía docente, se observa una gran similitud pero se requiere guiar aún más la respuesta de los estudiantes, por lo que las indicaciones han sido modificadas, para que en vez de ser de respuesta individual sea de carácter grupal, así los estudiantes pueden compartir sus ideas y relacionarlas entre ellas y finalmente plantear una respuesta más completa. También se modificó de cómo crees que se relacionan.^a realizar una explicación clara de la relación que tienen estas variables” para que los estudiantes utilicen los conceptos abordados en la clase y justifiquen con lenguaje científico.

Por otro lado la pregunta 6 se plantea en el cierre de esta clase, donde se realiza una síntesis de los conceptos abordados, por lo que su objetivo radica en la utilización de los conceptos abordados y promover la argumentación científica.

- Pregunta 6: *Los materiales que utilizamos, ¿hasta qué punto servirían para aislar una*

construcción de un edificio? ¿Cuál de ellos utilizarías como aislante acústico en la construcción de un edificio? Como esta pregunta consta de dos respuestas se separó en dos preguntas (6A y 6B) para un mejor análisis:

Para el análisis de esta pregunta, se divide en dos partes. Primero se muestra las respuestas de la primera pregunta que llamaremos pregunta 6A y luego se muestra las respuestas de la segunda pregunta llamada 6B.

- Pregunta 6A: *Los materiales que utilizamos, ¿hasta qué punto servirían para aislar una construcción de un edificio?.*

Etiqueta	Respuesta obtenida
1.6A.a	Entremedio de la pared
1.6A.b	Aislar habitaciones
1.6A.c	No responde

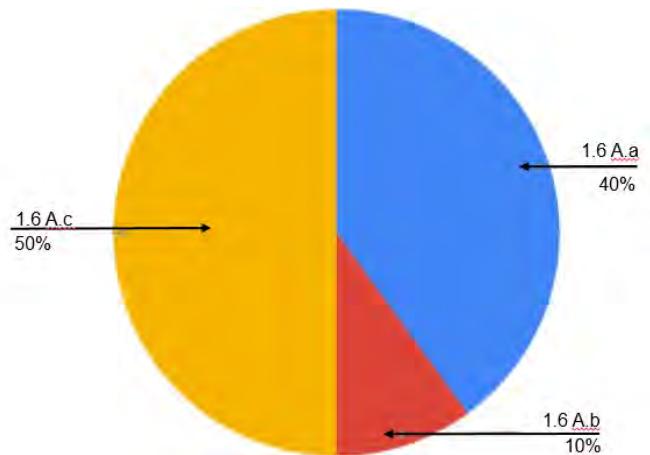


Figura 6.2: Gráfico análisis guía 1, respuestas pregunta 6A

- Pregunta 6B: *¿Cuál de ellos utilizarías como aislante acústico en la construcción de un edificio?.*

Etiqueta	Respuesta obtenida
1.6B.a	Utilizarían la caja de huevo como material aislante.
1.6B.b	Utilizarían la caja de termopanel como material aislante.
1.6B.c	Utilizarían la caja de policarbonato como material aislante.

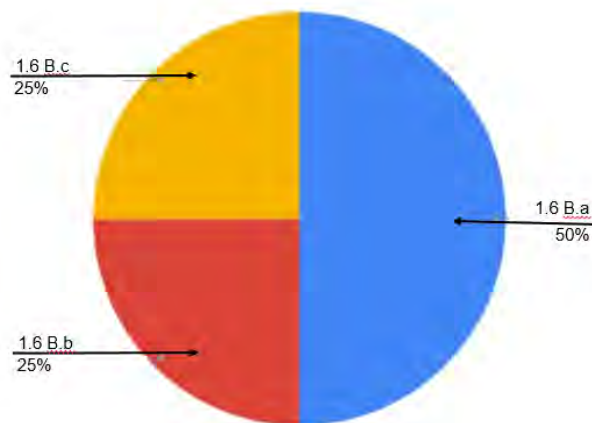


Figura 6.3: Gráfico análisis guía 1, respuestas pregunta 6B

Asociada a la pregunta 6A, existen distintas variables externas que incidieron a las respuestas que dieron los estudiantes, esta pregunta se realizó muy próxima a la salida a receso, por lo que hubo un alto porcentaje de estudiantes que no respondió a esta pregunta “*Los materiales que utilizamos, ¿hasta qué punto servirían para aislar una construcción de un edificio?*”, exactamente el 50 %, pero el 40 % menciona que utilizaría estos materiales como parte de la construcción de las murallas, específicamente al medio de esta y el 10 % menciona que la usaría para aislar las habitaciones sin mencionar cómo. Dada estas respuestas, se hace necesario modificar la pregunta y las instrucciones asociadas para dar mayor énfasis a la argumentación científica. Por otro lado la pregunta B “*¿Cuál de ellos utilizarías como aislante acústico en la construcción de un edificio?*” es una aplicación de lo aprendido en clases, donde el 50 % de los estudiantes mencionan que utilizarían la caja de huevo como material aislante, el 25 % utilizaría el policarbonato y el otro 25 % utilizarían el termopanel, sin embargo estos no son elementos utilizados en la construcción ni aislación de viviendas. Dado estas razones se decide modificar la pregunta a conservando la primera parte y eliminando la segunda, quedando: “*Los materiales que utilizamos, ¿hasta qué punto servirían para aislar? Relaciona los realizado en clases con los conceptos físicos.*” Así se relaciona los conceptos formales con la actividad realizada en clases de una forma más concreta. De igual forma se modifica la instrucción, de carácter grupal a trabajo como grupo curso con el docente como mediador y guía, con el objetivo de guiar de mejor forma la respuesta y realizar un cierre más fuerte y claro con todos los conceptos asociados en la clase.

Las otras preguntas de la guía no presentaron mayor dificultad para los estudiantes al mo-

mento de responder según las indicaciones, sin embargo algunas han sido modificadas dada la implementación misma, ya que algunas instrucciones planteaban trabajo individual y que en la práctica el trabajo se realizó de forma grupal.

6.1.3. Clase 2

La clase 2 original consta de diez preguntas, de las cuales se destacan las preguntas 4 y 10. A continuación se presenta las preguntas mencionadas con sus respectivas respuestas y el análisis de estas.

La pregunta 4 está asociada con el análisis de un video donde se presenta una cuerda vibrante. En esta pregunta los estudiantes deben reconocer las características de una onda estacionaria y definirlas.

- Pregunta 4: *Observa el siguiente video e identifica las características de la onda que se presenta.*

A continuación se muestra las respuestas de los estudiantes:

Etiqueta	Respuesta obtenida
2.4.a	Identifican que la onda observada es de tipo estacionaria.
2.4.b	Identifican que la onda tiene nodos.
2.4.c	Identifican que la onda tiene antinodos.
2.4.d	Relacionan el nodo y el antinodo con la energía en estos puntos.
2.4.e	Identifican que en la onda existe una longitud de onda.
2.4.f	Identifican que el nodo en una onda sonora no es escuchada.
2.4.g	Identifican que en el antinodo en una onda sonora se escucha más fuerte.

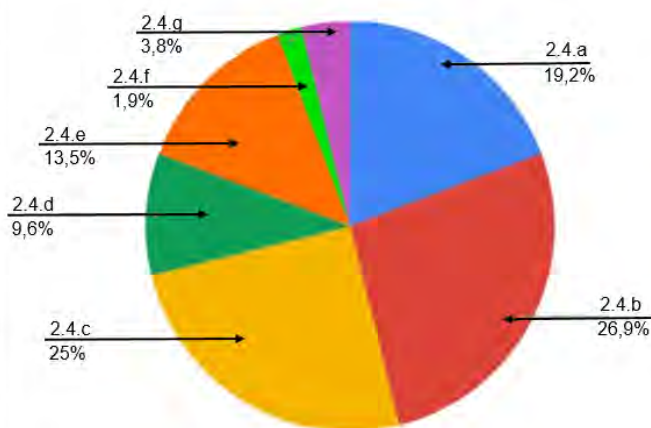


Figura 6.4: Gráfico análisis guía 2, respuestas pregunta 4

Como se puede observar del gráfico, la mayoría de los estudiantes identifican que están observando una onda estacionaria e indentifican los nodos y antinodos de esta onda. Por lo que se puede decir que la pregunta se encuentra bien enfocada; no obstante, esta pregunta puede ir más allá de identificar las variables, por lo que la pregunta fue replanteada, de tal manera que se identifiquen las variables y las describan. Por lo que la pregunta final planteada fue: *¿Que elementos de una cuerda vibrante identificaste? Anótalos y descríbelos.* Esta pregunta originalmente se realizaría de forma grupal, sin guía del docente, pero luego de la implementación realizada se decidió modificar las indicaciones, de tal modo que se realice como grupo curso y con el docente como guía, además se decidió en el momento de la implementación utilizar la fotografía del video para poder identificar los elementos de la onda en la cuerda vibrante.

Por otro lado, la pregunta 10 se plantea para cerrar la clase, donde se realiza una analogía entre el movimiento de la onda en la cuerda y el sonido dentro de nuestro oído.

- Pregunta 10: *En la siguiente figura realiza una representación de la propagación de las ondas de sonido en el oído humano.*

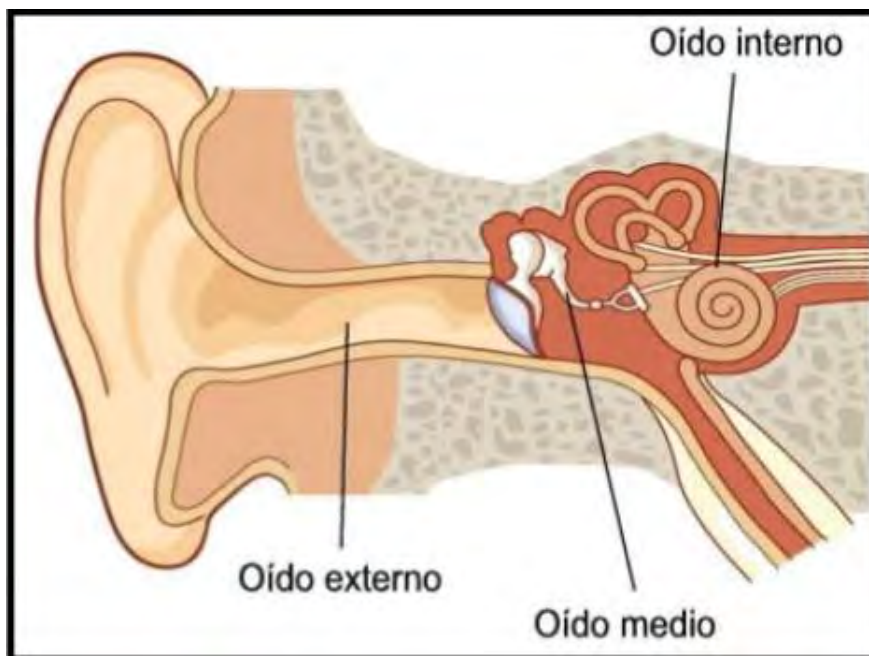


Figura 6.5: Anatomía del oído humano

A continuación se muestra las respuestas de los estudiantes:

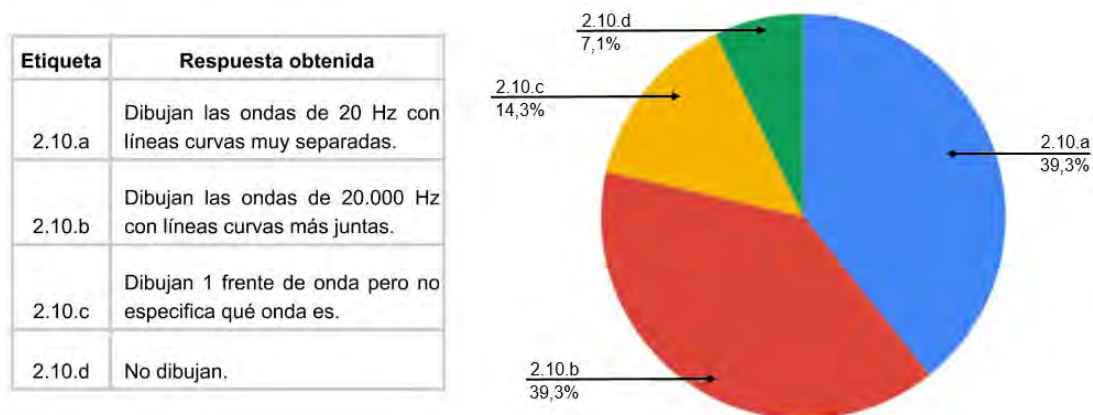


Figura 6.6: Gráfico análisis guía 2, respuestas pregunta 10

Como se muestra en el gráfico, la mayoría de los estudiantes dibujan algún frente de ondas, sólo el 7,1% no dibuja algún frente de ondas, es decir, no responde la pregunta. Para mejorar esta pregunta se plantea realizarla en grupo y posteriormente revisarla como curso en la pizarra, para así los estudiantes que sólo dibujaron un frente de ondas completen y especifiquen que frente se está mostrando. La respuesta que se muestra a continuación presenta la respuesta más completa a esta pregunta, dado a que el estudiante dibuja ambas frecuencias, identificándolas con distintos colores y realizando un indicador de esta, lo cual es la respuesta esperada presente en la guía docente.

A continuación se muestra las respuestas de los estudiantes:

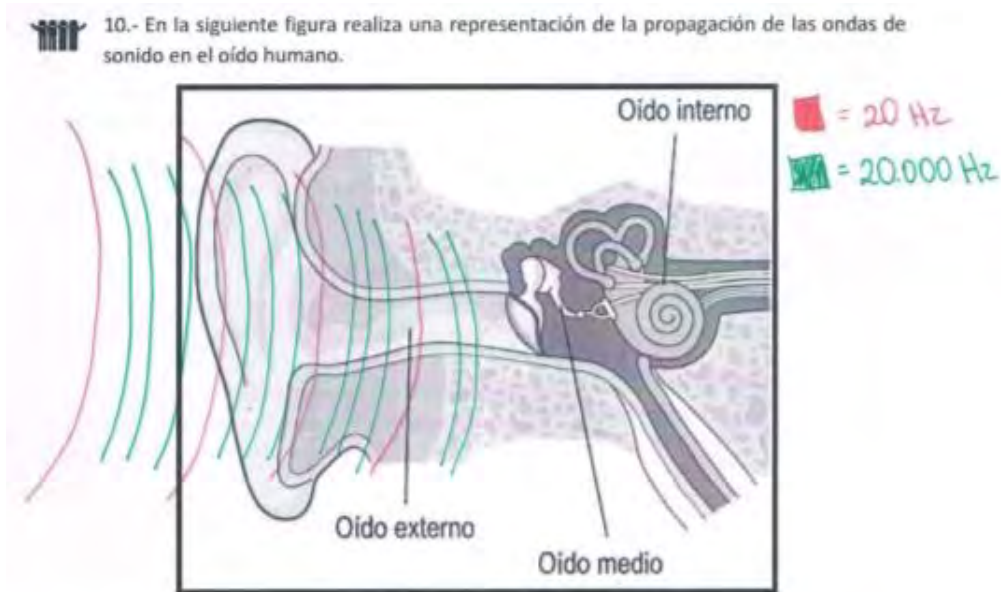


Figura 6.7: Respuestas representativas, pregunta 10

Además se decidió incluir en la guía docente la indicación más clara de dibujar el frente de ondas para 20Hz y 20.000Hz, los extremos del umbral de audición humana.

Las otras preguntas pertenecientes a esta clase no presentaron mayor dificultad por los estudiantes, por lo que no se les realizó alguna modificación estructural como las anteriormente planteadas.

6.1.4. Clase 3

Esta clase originalmente cuenta con ocho preguntas, de las cuales se destacan las preguntas 3, 5 y 8. En las preguntas 3 y 5 se abordan conceptos asociados en las clases anteriores por lo que los estudiantes deben ser capaces de aplicar los conceptos estudiados a una situación dada, fomentando la argumentación científica.

Por otro lado se encuentra la pregunta 8, donde los estudiantes deben resumir y destacar los detalles más importantes de la clase, fomentando así la síntesis en ellos.

A continuación se muestran las preguntas y las respuestas con su respectivo análisis:

- Pregunta 3: *¿Cómo es posible que la onda pueda viajar por el canal en las tres situaciones?*

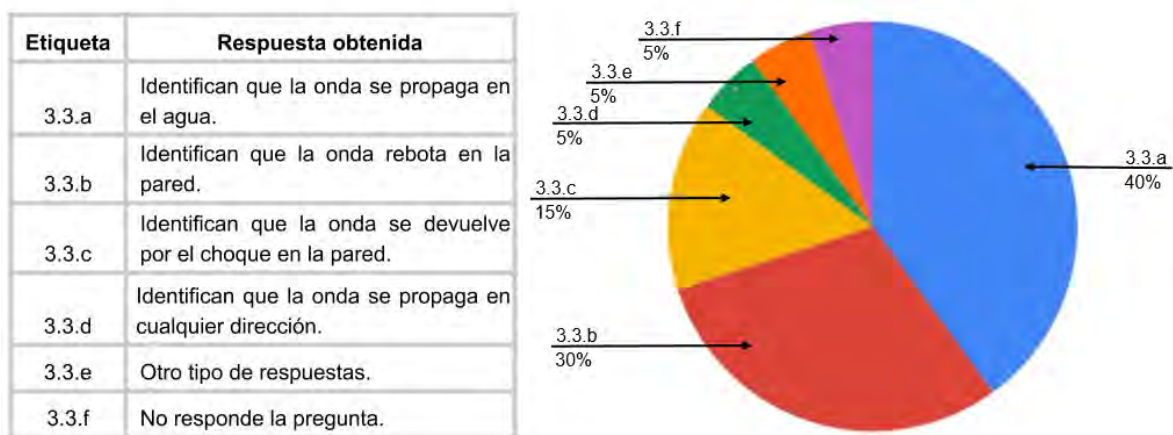


Figura 6.8: Gráfico análisis guía 3, pregunta 3

Del gráfico se observa que el 40 % de los estudiantes hablan sobre la propagación de la onda a través del agua, lo cual muestra que el concepto propagación se utiliza de manera correcta para describir el “camino” que sigue la onda desde que se realiza el pulso en el agua, hasta que pasa por dentro del canal recto.

Por otro lado el 30 % de los estudiantes utiliza el concepto “rebote” para describir lo que sucede con la onda cuando esta incide con las paredes de la cubeta, análogamente el 15 % de los estudiantes menciona que la onda “choca” con la pared y por eso se devuelve. En este contexto los estudiantes utilizan “choque” y “rebote” para referirse a la reflexión de la onda de la onda cuando incide en las paredes de la cubeta y del canal, pero no relacionan el fenómeno con el concepto reflexión. Como mejora a la guía docente es destacar las ideas de reflexión y propagación de la onda durante la experimentación, así se guiarán las respuestas de los estudiantes con lenguaje científico.

Al analizar la respuesta general de los estudiante, obviando los errores conceptuales, se puede decir que la experiencia fue exitosa debido a que el estudiante pudo describir lo observado justificando cada fenómeno observado (reflexión y propagación). Sin embargo el enfoque de la pregunta es la descripción de la onda cuando entra al canal pero los estudiantes hicieron énfasis en la reflexión de la onda cuando incide con las paredes de la cubeta. Por lo que se propone como mejora al montaje, el uso de material absorbente para las paredes de la cubeta así el análisis por parte de los estudiantes se centrará en lo que sucede dentro del canal recto.

Finalmente, al comparar las respuestas dada por los estudiantes y el tipo de respuestas que se mencionan en la guía docente, se aprecia una similitud. Los estudiantes responden utilizando las ideas de que la onda se propaga en el agua y en cualquier dirección, pero agregan las idea de reflexión de la onda cuando incide en las paredes de la cubeta, pero, en el respuesta dada en la guía docente sobre la analogía entre la experimentación y cómo escuchamos, no se observa en las respuestas de los estudiantes ya que no está especificado en la pregunta; por lo que este tipo de respuesta debe ser eliminada pero agregada en las observaciones para el docente, ya que es importante recalcar que en el montaje muestra que, no importa donde se realice el pulso, la onda siempre entrará al canal, al igual que en el proceso de audición humana ya que, no importa de donde venga el sonido, el oído percibe la onda sonora.

- Pregunta 5: *¿Cómo se propaga la onda por el canal curvo? explica y dibuja.*

Esta pregunta tiene por objetivo que los estudiantes describan la propagación de la onda a través del canal curvo, y sin importar dónde se realice el pulso, la onda será capaz de viajar dentro del canal.

El 100% de los estudiantes dibujaron la situación y agregaron una descripción de lo observado comentando que la onda se propaga a través del canal curvo tomando la misma forma del canal.

Al comparar la respuestas de los estudiantes con las respuestas tipo propuestas en la guía docente, se debe destacar que los estudiantes respondieron lo esperado, ya que mencionaron que la onda se propaga siguiendo la forma del canal, pero algunos estudiantes agregaron más

información sobre lo observado, utilizando los conceptos “rebote” o “choque” para referirse a la reflexión de la onda al incidir en las paredes de la cubeta y el canal.

A continuación se muestra las respuestas más representativas de los estudiantes:

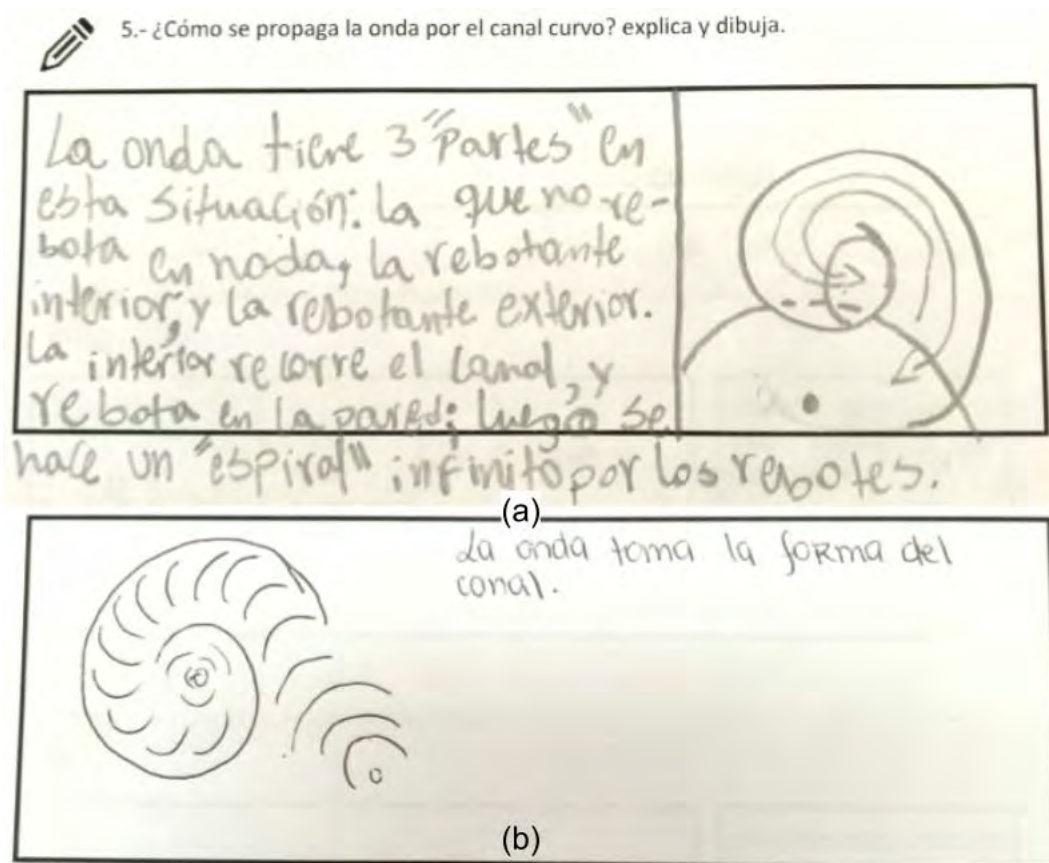


Figura 6.9: Respuestas representativas, pregunta 5

De lo anterior se debe destacar que se logró el objetivo de la pregunta ya que los estudiantes fueron capaces de observar y describir la propagación de una onda en el agua a través de un canal curvo. Pero la pregunta original dice que ellos deben explicar el fenómeno lo cual el 0 % de los estudiantes explica sino más bien describe, por lo que como mejora a la pregunta es reemplazar “explique” por “describa”, ya que esta pregunta apunta a la descripción y no a la explicación.

- Pregunta 8: ¿A qué conclusiones llegamos?

Como ya se mencionó, esta respuesta tiene por objetivo la síntesis de las ideas claves de la clase, realizando énfasis en el cierre de la clase.

A continuación se muestra las respuestas de los estudiantes:

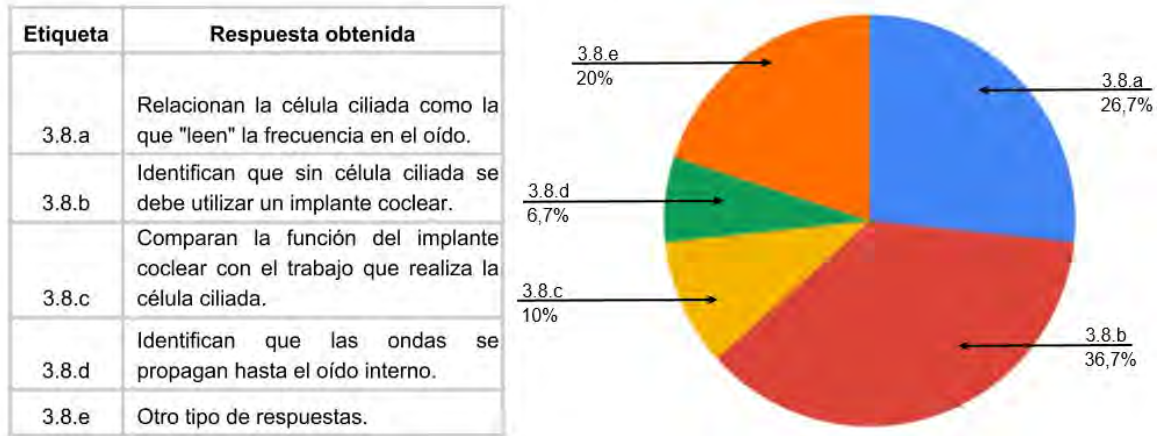


Figura 6.10: Gráfico análisis guía 3, respuestas pregunta 8

Del gráfico se observa que el 26,7% de los estudiante reconoce el rol de las células ciliadas como las *"captadoras de frecuencia"*, por lo que estas células son claves para el proceso de audición; además el 36,7% de los estudiantes menciona en sus respuestas el uso del implante coclear se debe utilizar cuando las células ciliadas no cumplen con su función.

Por otro lado se destaca que el 20% de los estudiantes responde utilizando ideas que no cumplen con el objetivo de la pregunta, lo cual se asocia a que luego del cierre se le pide a los estudiantes que respondan la pregunta, pero esta no da instrucciones de lo que se espera que respondan, por lo que como mejora a la pregunta, es modificar la instrucción a *"Según lo aprendido, registra las ideas claves del proceso de audición en el oído interno"*, así los estudiantes podrán guiar más sus respuestas.

Al comparar las respuestas de los estudiantes con las respuestas esperadas propuestas en

la guía docente, se destaca que todas las ideas fueron abordadas por los estudiante excepto la idea de que *“La densidad de un líquido hará que las ondas no viajen de la misma manera en él”* debido a que esto no fue abordado durante la experimentación. Esta respuesta debe ser eliminada, sin embargo puede ser analizada por el docente en conjunto con los estudiantes durante la experimentación del canal curvo y luego ser retomado al cierre de la clase mencionando las consecuencias de la variación en la densidad del líquido de la cóclea para el proceso de audición.

6.1.5. Clase 4

Esta clase originalmente cuenta con nueve preguntas, de las cuales se destacan las preguntas 6, 7 y 8. A continuación se muestran las preguntas con sus respectivas respuestas:

- Pregunta 6: *Considerando que las membranas están simulando el tímpano ¿Cuál sería la consecuencia de las variables anteriores para la audición humana?*

El objetivo de esta pregunta es que los estudiantes realicen una analogía entre lo que observó en la experiencia con la pérdida auditiva que puede ser producida por el tímpano. A continuación se presentan las respuestas dadas por los estudiantes:

A continuación se muestra las respuestas de los estudiantes:

Etiqueta	Respuesta obtenida
4.6.a	Mencionan que con un tímpano más duro, vibra y se escucha menos.
4.6.b	Mencionan que con un tímpano más flexible se escucha más.
4.6.c	Mencionan que según el grosor se escuchará menos o más.
4.6.d	Otro tipo de respuestas.
4.6.e	No responde la pregunta.

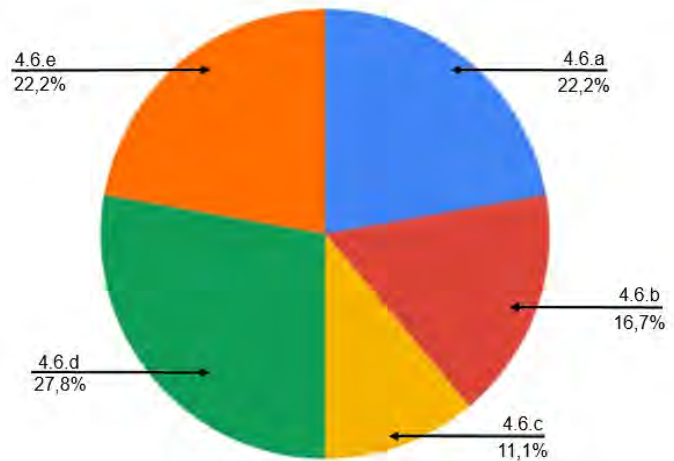


Figura 6.11: Gráfico análisis guía 4, respuestas pregunta 6

Se observa que sólo el 22,2% relaciona una de las características de los materiales con el nivel de audición en una persona, al igual que en las respuestas 4.6.b con un 16,7% y 4.6.c con un 11,1%, muy por debajo de lo esperado. El 27,8% de las respuestas de los estudiantes se desvían del objetivo de la pregunta y el 22,2% no responde. Esto deja en claro que la pregunta no está bien planteada o esta no fue bien guiada durante la implementación, por lo que como mejora a la pregunta es que esta se haga a nivel curso siendo el profesor el moderador, escribiendo las variables en la pizarra y analizar en conjunto con los estudiantes la consecuencia de estas para la audición humana.

Finalmente si se compara las respuestas de los estudiantes que sí apuntan al objetivo de la pregunta con las respuestas esperadas dadas en la guía docente, se puede decir que son muy cercanas ya que se relacionan las variables con la audición humana.

- *Pregunta 7: Describe la propagación de la onda sonora desde que es emitida hasta que es recibida por el osciloscopio.*

Esta pregunta tiene por objetivo que los estudiantes describan la propagación que realiza la onda sonora a través de la maqueta oído. Cabe destacar que por un error de enumeración, originalmente esta pregunta era la número 6 de la guía.

A continuación se muestra las respuestas de los estudiantes:

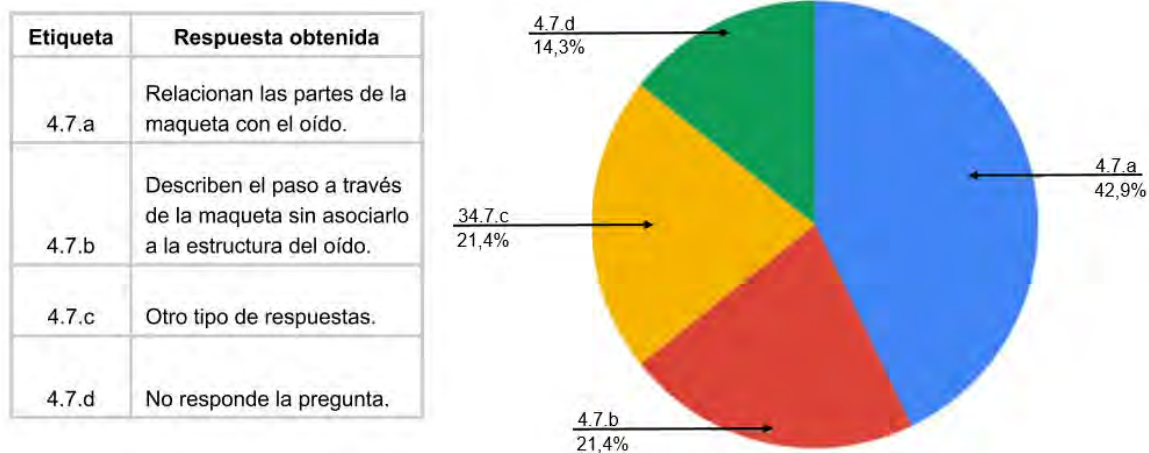


Figura 6.12: Gráfico análisis guía 4, respuestas pregunta 7

Del gráfico se observa que 42,94 % de las respuestas relacionan las partes de la maqueta con la anatomía del oído, lo cual originalmente en la pregunta no se les pide. Se considera que es más exacto describir la propagación de la onda con la anatomía del oído ya que se fomenta la descripción con lenguaje científico y más apropiado para el contexto, y así se facilita la relación entre la maqueta y la fisiología del oído. Gracias a esto se modificará la pregunta, primeramente se le pedirá a los estudiantes que identifiquen la anatomía del oído en la maqueta y luego deben describir la propagación de esta a través del oído.

A continuación se muestra las preguntas más representativa de los estudiantes:

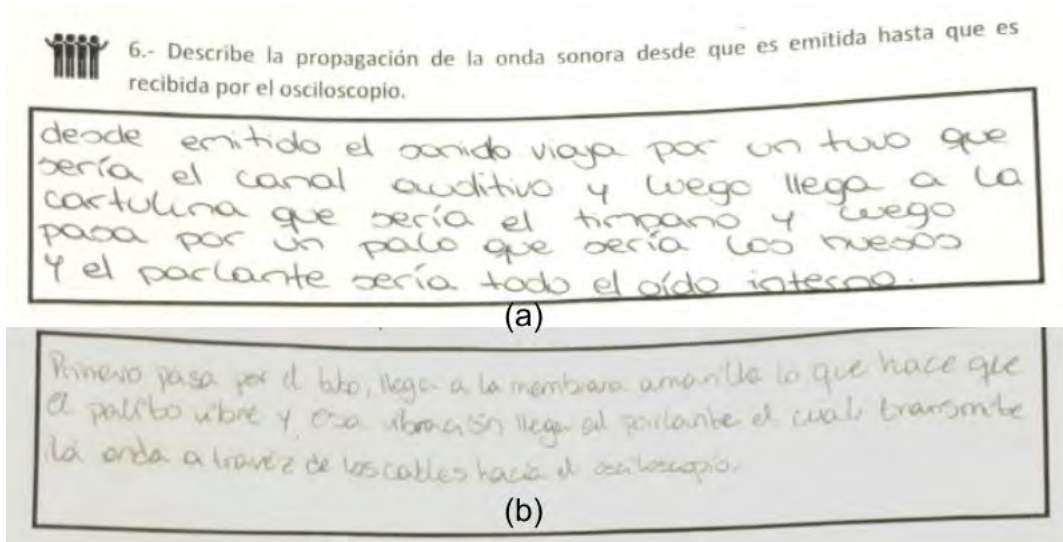


Figura 6.13: Respuestas representativas, pregunta 7

Como se observó en el gráfico, las respuestas dadas por los estudiantes sólo se diferenciaban en la utilización de la anatomía del oído, tal como se muestra en la respuesta (a), y la respuesta (b) muestra la propagación de la onda utilizando las parte de la maqueta. Con esta diferencia se reafirma los cambios a la pregunta antes mencionado.

Finalmente al comprar las respuestas esperadas dada en la guía docente con las respuestas de los estudiantes, se puede decir que los estudiantes respondieron lo que se esperaba pero realizaron el énfasis entre el movimiento del parlante con lo que mostraba el osciloscopio, pero esta idea se retoma en la pregunta 8, por lo que no se realiza modificación a la pregunta.

- Pregunta 8: *¿Cómo se relaciona la señal mostrada en el osciloscopio con lo que pasa en el oído interno?*

Esta pregunta tiene por objetivo que los estudiantes relacionen el movimiento mecánico del parlante con la señal eléctrica dada por el osciloscopio. Con esta idea se aborda el concepto de transducción en el oído, haciendo la analogía entre el sistema parlante-osciloscopio con el oído interno.

A continuación se muestra las respuestas de los estudiantes:

Etiqueta	Respuesta obtenida
4.8.a	Identifican que la transducción se realiza en el oído interno.
4.8.b	Identifican que en el oído interno se encuentran las células ciliadas.
4.8.c	Identifican que en la cóclea se realiza la transformación de onda a señal eléctrica.
4.8.d	Identifican que el osciloscopio transforma la onda a una señal visible.
4.8.e	Otro tipo de respuestas.
4.8.f	No responde la pregunta.

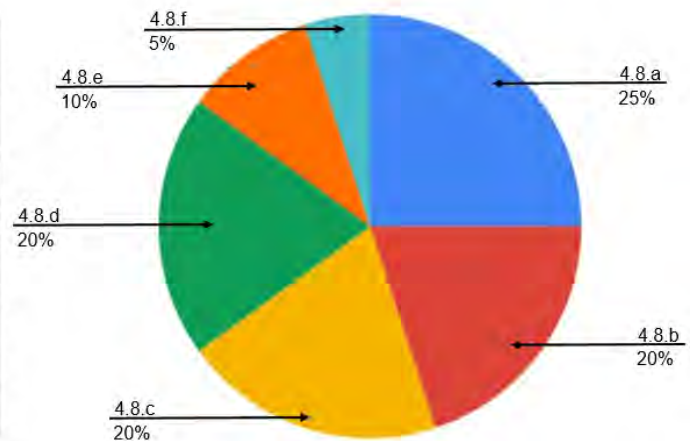


Figura 6.14: Gráfico análisis guía 4, respuestas pregunta 8

Del gráfico se tiene que el 25 % de las respuestas identifican que la transducción se realiza en el oído interno, el 20 % de las respuestas identifican que la cóclea realiza la transformación de onda mecánica a señal eléctrica, finalmente el 20 % de las respuestas identifican que dentro del oído interno se encuentran las células ciliadas. Por lo que se cumple con el objetivo de la pregunta, ya que los estudiantes identifican que en el oído interno se realiza la transducción y que las células ciliadas, que se encuentran en la pared de la cóclea, transforman las ondas mecánicas en señales eléctricas.

Dicho lo anterior, la pregunta está bien redactada y enfocada ya que los estudiantes respondieron lo esperado, por lo que no se realiza modificaciones a esta pregunta.

Finalmente cabe destacar que la pregunta 9, la cual se muestra a continuación, no se realizó durante la implementación debido a que el tiempo no lo permitió. Pero se considera que esta pregunta no tiene coherencia con lo tratado en clases ya que los estudiantes deben buscar información en internet sobre las afecciones del oído y completar el diagrama, lo cual utiliza mucho tiempo y no aporta a el objetivo principal de esta clase, por lo que será eliminada de la guía.

- Pregunta 9: *De forma grupal completa el ishikawa sobre las causas de la pérdida au-*

ditiva. Para completar utiliza todo lo que aprendiste en estas clases.

6.1.6. Evaluación final

La evaluación constaba de desarrollar de habilidades como la síntesis y comprensión principalmente. El 75 % de los grupos de trabajo utilizaron el sonido como concepto central y sólo el 25 % de los grupos utilizaron el concepto de onda como central. De esto se deduce que la idea central transmitida por la Propuesta de Aprendizaje.

La lista de conceptos entregados a los estudiantes constaban 26 puntos, de los cuales debían utilizar un mínimo de 10. En la siguiente tabla se presenta la recurrencia de los conceptos.

Como se presenta en la tabla, el concepto de mitigación no fue utilizado, por lo cual se hace necesario recalcarlo en la clase 1, ya que es una idea central de esta. Este concepto se fortalecerá en la última pregunta de la clase, la número 6. Lo mismo con el concepto de materiales, utilizado en el 50 % de los casos, así se realizará una conexión más sólida entre ambas ideas, la cual se verá reflejada en la evaluación final.

Otros conceptos utilizado en el 50 % de los casos son los de sistema auditivo, señal eléctrica y transductor, los cuales son tratados en la clase 4 y se encuentran firmemente conectados. Como en esta clase se trabaja el concepto de transducción, se deberá mencionar el sistema auditivo como un sistema complejo, compuesto por el oído interno, medio y externo; conceptos interiorizados por los estudiantes en un 100 %. Así también, luego de trabajar el sistema auditivo como un sistema complejo, mencionar métodos correctivos, dentro de los cuales se destacan los audífonos y el implante coclear (conceptos mencionados en clases pero no utilizados en la lista de evaluación ni propuesto por ningún estudiante).

Se refleja que los estudiantes, entre un 75 % y 100 % de estos identificaron las características de una onda (longitud de onda, frecuencia, nodo y antinodo). De esta misma forma las partes del oído son utilizadas por la totalidad de los estudiantes, sin embargo, existe una confusión en la anatomía del oído, mencionando que el canal auditivo es parte del oído medio; siendo que es parte del externo y que el tímpano es parte del oído interno, siendo que este es parte del

<i>Conceptos que no se utilizaron</i>	<i>Conceptos utilizados en el 25% de los casos</i>	<i>Conceptos utilizados en el 50% de los casos</i>	<i>Conceptos utilizados en el 75% de los casos</i>	<i>Conceptos utilizados en el 100% de los casos</i>
Mitigación	Absorción	Material	Aire	Onda
	Canal auditivo	Métodos correctivos	Ruido	Sonido
		Transductor	Longitud de onda	Oído interno
		Señal eléctrica	Frecuencia	Oído externo
		Sistema auditivo	Líquido	Oído medio
			Canal	Onda mecánica
			Células ciliadas	Nodo
			Pérdida auditiva	Antinodo
				Cóclea
				Oído
				Tímpano

Cuadro 6.2: Cuadro de conceptos utilizados en la evaluación final

oído medio. Cabe destacar que esto no se observa en todas las situaciones, no obstante se ha tomado la decisión de destacar las partes del oído en la clase 3, donde se identifica la anatomía de este.

Al momento de realizar la evaluación final los estudiantes contaban con la rúbrica que detallaba el cómo se evaluaría el trabajo, la cual se encuentra presente en el capítulo anterior, a continuación se presentan los resultados obtenidos durante la implementación.

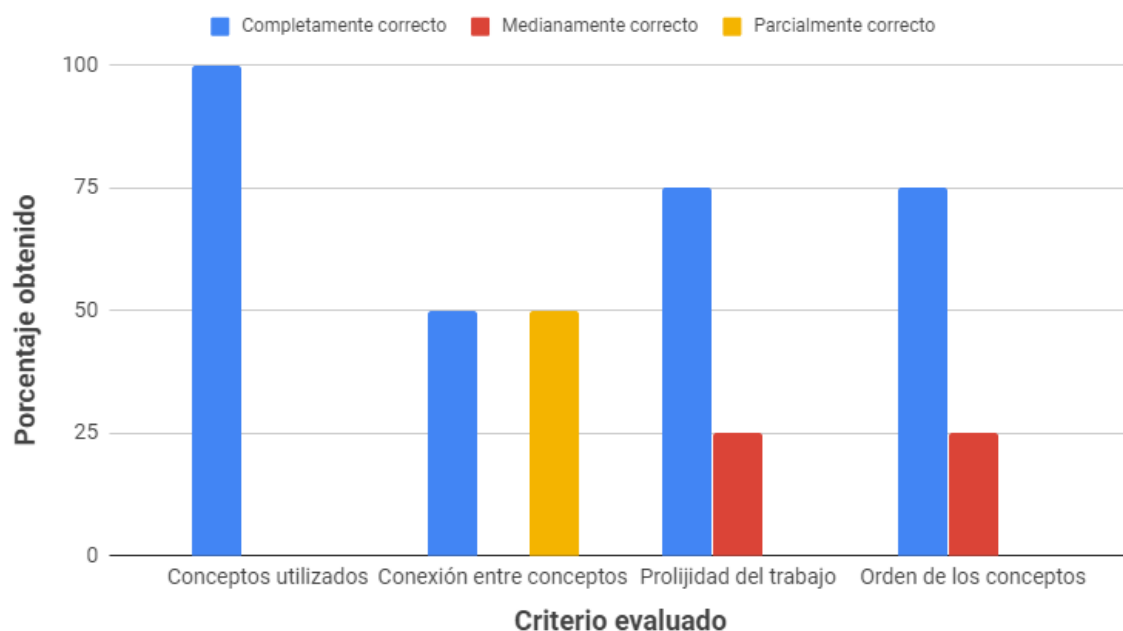


Figura 6.15: Resultados obtenidos según la rúbrica de la evaluación final

Del gráfico se puede apreciar que en tres de cuatro criterios evaluados los estudiantes obtuvieron resultados medianamente correctos a correctos. Mientras que en el criterio de conexiones entre conceptos se obtuvo un 50 % que respondió correctamente y 50 % un parcialmente correcto. Esto se asocia a que se está desarrollando una construcción de la red de conocimientos, en otras palabras, se está desarrollando la habilidad de análisis. Se destaca también que al estudiar detalladamente las respuestas de los estudiantes, estos realizaban las correctas conexiones entre los conceptos, pero sin conectores asociados, por lo que no siempre era evidente el por qué de las relaciones entre los conceptos.

Finalmente se destaca el uso de los conceptos por parte de los estudiantes, ya que se desarrolla las habilidades de comprensión y análisis al tener que realizar una selección de estos. Al momento de conectarlos los estudiantes se encuentran desarrollando las habilidades de análisis y evaluación. Dado esto y los resultados obtenidos se puede mencionar que este instrumento de evaluación es adecuado a la Propuesta de Aprendizaje, y realizando las modificaciones pertinentes se obtendrían mejores resultados asociados en esta actividad. Como evaluación final se puede resumir que los estudiantes son capaces de demostrar sus aprendizajes sobre sonido y audición, desarrollando habilidades de nivel superior con una actividad de carácter grupal no tradicional.

6.2. Validación por juicio de expertos

La validación por juicio de expertos fue realizada por docentes del área entre 3 años y 11 años de ejercicio profesional en establecimientos particulares, subvencionados y municipales, los cuales tienen distintos grados académicos como Magíster, Doctorado y licenciatura en educación y que en este periodo han realizado clases en el nivel que se ha dirigido la Propuesta de Aprendizaje.

Esta validación se realiza mediante una escala de Likert con cuatro escalas de apreciación: 1 totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 de acuerdo y 4 totalmente de acuerdo, para declarar la apreciación respecto al material creado para la Propuesta de Aprendizaje como las guías de los estudiantes, guías docentes, los recursos digitales, los montajes experimentales y la evaluación final. El total de encuestas de validación son 15, tres por cada clase y tres para la evaluación final. El análisis correspondiente a las encuestas se presentarán separadas por cada clase y la evaluación final.

6.2.1. Clase 1

Al analizar las encuestas de validación relacionadas con la primera clase se obtuvo que, respecto a las indicaciones al docente y a los estudiantes presentes en cada guía, los expertos mencionan que están de acuerdo o totalmente de acuerdo, excepto un experto que califica con

un desacuerdo las indicaciones dadas en la guía docente, por lo que no permiten gestionar una puesta en común propicia de acuerdo con las actividades.

Las percepciones de los expertos referente a la guía del estudiante según las indicaciones, tiempo utilizado, coherencia con los objetivos de clase y objetivo de aprendizaje, desarrollo de habilidades científicas, dificultad de las actividades, espacios para escribir y registrar datos; mencionan que están de acuerdo y totalmente de acuerdo. Excepto un experto que menciona que está en desacuerdo con la precisión y claridad de las indicaciones y procedimientos, al igual que otro experto que menciona que está en desacuerdo con que las actividades cumplen con los objetivos propuestos de la clase.

Los expertos califican la contextualización con un totalmente de acuerdo, de manera unánime, por lo que la calidad del escrito es pertinente al nivel en el cual se está trabajando y permite identificar los datos y variables deseados.

La experimentación es calificada por los expertos con un totalmente de acuerdo, exceptuando a un experto que menciona que está de acuerdo con que la experimentación permite recolectar datos fiables y obtener conclusiones relacionadas al tema.

Finalmente los comentarios de uno de los expertos menciona que la calificación “en desacuerdo” respecto a la claridad de las indicaciones y procedimientos se debe a que no contaba en ese momento con el documento “construcción del material” donde se especifica en detalle la construcción de cada montaje. Por otro lado mencionan que en la guía docente se debe especificar textualmente los momentos en donde el docente debe gestionar las puestas en común, además que estas puestas en común se pueden realizar en distintos momentos de la clase para ir cerrando ideas paulatinamente y así el cierre de la clase se hace más provechoso, además se menciona que se pueden dar espacios de reflexión individual y grupal para enriquecer la actividad. Respecto a la guía de los estudiantes, mencionan que los espacios para las respuestas se pueden aprovechar más aún si se agrega líneas para escribir, además agregar una imagen del montaje propuesto y los objetivos de la clase para que los estudiantes tengan mayor claridad respecto a lo que se realizará en la clase.

6.2.2. Clase 2

Al analizar las validaciones relacionadas con la segunda clase se obtuvo que, en general los expertos evalúan las indicaciones de la guía docente y guía del estudiante como de acuerdo y totalmente de acuerdo, exceptuando a dos expertos que califican como en desacuerdo a las indicaciones del apoyo docente para realizar la puesta en común.

Respecto a la guía del estudiante, los expertos califican la redacción de las indicaciones y procedimientos con un de acuerdo, excepto un experto que la evalúa con un desacuerdo. En el caso la coherencia entre las actividad y los objetivos propuestos para la clase los expertos evalúan con un de acuerdo y totalmente de acuerdo exceptuando a un experto que lo califica con un desacuerdo. En el apartado que menciona la coherencia entre las actividad y el OA de la unidad en la cual se está trabajando, los expertos la evalúan con un totalmente de acuerdo excepto un experto que la evalúa con un desacuerdo. Respecto a las actividades y su desarrollo de habilidades científicas, su pertinencia, su dificultad, el tiempo a desarrollo y los espacios para responder y registrar datos los expertos están de acuerdo y totalmente de acuerdo.

La contextualización de la guía 2, los expertos la evalúan con de acuerdo y totalmente de acuerdo, por lo que el contenido es pertinente con los objetivos planteados de la clase y además permite identificar datos y variables deseadas.

Los expertos, en general, evalúan la experimentación con un de acuerdo y totalmente de acuerdo, salvo un experto que evalúa la pertinencia de la actividad con el objetivo de la clase con un desacuerdo, al igual que en “la experimentación permite recolectar datos fiables y obtener conclusiones relacionadas con el tema”.

En la sección de los comentarios, los expertos mencionan que existe un salto entre lo planteado en el objetivo y el inicio de la actividad con el desarrollo y cierre, es decir se debe unir la experimentación con la propagación de las ondas en el oído, además esta puede generar confusión en los estudiantes ya que estos pueden pensar que el sonido se propaga de manera transversal como lo hace la cuerda en la experimentación.

Además, para obtener datos más significativos que sirvan para sacar conclusiones, se debe

exponer con mayor claridad las variables dependientes e independientes en la experimentación.

Finalmente uno de los expertos considera que para que exista mayor comprensión de la pregunta 8, se puede cambiar la instrucción a “calcula cuales son las longitudes de onda que el oído humano alcanza a percibir”.

6.2.3. Clase 3

Al analizar las validaciones relacionadas con la tercera clase se obtuvo que, respecto a las indicaciones de la guía docente y guía del estudiante, los expertos evalúan con un de acuerdo y totalmente de acuerdo, por lo que las indicaciones permiten al docente realizar las demostraciones de la guía y las puestas en común. En el caso de las indicaciones de la guía del estudiante, estas facilitan la realización de predicciones y responder a los planteado.

Los expertos evaluaron la guía del estudiante con un de acuerdo y totalmente de acuerdo, en términos de redacción de las indicaciones y procedimientos, la pertinencia de las actividades, la coherencia de las actividades con los objetivos propuestos de la clase y con el objetivo de la unidad desarrollado durante la Propuesta de Aprendizaje, el tiempo utilizado, la facilidad de implementar las actividades, el apropiado nivel de dificultad de las preguntas respecto al nivel que se está trabajando y los espacios para responder y registrar datos.

En el apartado de la evaluación del video utilizado, los expertos evalúan con un totalmente de acuerdo salvo un experto que califica como en desacuerdo a que la calidad del video permite identificar los datos y variables deseados.

La experimentación utilizada en la clase 3, los expertos evalúan con un totalmente de acuerdo, exceptuando a un experto que evalúa con un desacuerdo que la experimentación es pertinente con los objetivos de la clase. Por otro lado un experto evalúa con un de acuerdo que la experimentación permite obtener datos fiables y desarrollar conclusiones relacionadas con el tema.

Finalmente en los comentarios de los expertos, se menciona que la pregunta de cierre es

demasiado abierta por lo que se debe enfocar más la pregunta. Por otro lado se destaca que no queda clara la relación que hay entre el video de la construcción del teléfono de vasos y el video de la onda estacionaria. Por último se debe mencionar que los expertos sugieren utilizar, en la guía del estudiante, más imágenes para ejemplificar lo propuesto.

6.2.4. Clase 4

Al analizar las validaciones relacionadas con la cuarta clase se obtuvo que los expertos, en general, evaluaron las indicaciones de la guía docente y guía del estudiante con un totalmente de acuerdo, salvo en la pertinencia de las indicaciones para que el docente realice la puesta en común ya que un experto lo evalúa con un desacuerdo, otro lo evalúa con un de acuerdo y otro lo evalúa con un totalmente de acuerdo.

Respecto al documento que contiene la guía del estudiante, los expertos evaluaron en general con un totalmente de acuerdo exceptuando los apartados sobre la “redacción de las indicaciones y procedimientos”, “las actividades cumplen con los objetivos de la clase y con el objetivo de aprendizaje correspondiente” y que “las actividades son fáciles de implementar” en las cuales un experto evaluó con un de acuerdo. Por otro lado en el apartado que menciona que “los espacios de respuestas son suficientes para contestar a cada pregunta” dos expertos califican con un de acuerdo.

En el caso del video utilizado en la clase, dos expertos evalúan “la calidad del video permite identificar claramente los datos y variables deseados” con un de acuerdo y sólo uno lo evalúa con un totalmente de acuerdo. En el caso de “el contenido del video es pertinente con los objetivos planteados en la guía 4” dos expertos evalúan con un totalmente de acuerdo y sólo uno lo evalúa con un de acuerdo.

Los expertos, en general, evalúan con un totalmente de acuerdo la experimentación utilizada en la guía 4, salvo un experto que evalúa con un de acuerdo los apartados de “la experimentación es pertinente con los objetivos plantados en la guía 4 “ y “la experimentación permite recolectar datos fiables y obtener conclusiones relacionadas al tema de la clase 4” .

Finalmente, en los comentarios de los expertos sugieren que se agreguen un espacio donde los estudiantes puedan expresarse de manera grupal e individual. Además comentan que la pregunta 3 no queda clara por lo que se puede modificar a “si relacionamos lo observado con el oído, ¿qué representaría la lámina vibrante?”.

Por otro lado un experto sugiere realizar una guía en la cual se plasme el tema de la guía 3 y 4 como una alternativa para aquellos establecimientos educacionales que no dedican tiempo a el análisis cualitativo.

Por último un experto menciona que no queda clara la parte de la tecnología correctiva.

Cabe destacar que, de las percepciones y comentarios de los expertos en las cuatro clases, las indicaciones para el docente para realizar la puesta en común están débiles, por lo que se modificará en la guía docente y se redactará con más detalle esta instancia. Además todos los comentarios de los expertos, se utilizarán para la mejora de las guías, principalmente la guía docente.

6.2.5. Evaluación final

Al analizar las validaciones relacionadas con la evaluación final se obtuvo que, respecto a las indicaciones al docente y a los estudiantes, los expertos están de acuerdo y totalmente de acuerdo, por lo que estas indicaciones permiten que el docente desarrolle la clase de manera adecuada y los estudiantes realicen las predicciones correspondientes y que respondan a lo planteado.

Los expertos evalúan el documento de la evaluación final, en general, con un totalmente de acuerdo, salvo en 4 apartados. En el apartado “la redacción de las indicaciones son claros y precisos” un experto evalúa con un de acuerdo”, en el apartado “la actividad de la evaluación permiten cumplir con los objetivos propuestos” un experto evalúa con un totalmente en desacuerdo. En el apartado “la actividad está conectada con el objetivo de aprendizaje correspondiente” un experto lo evalúa con un en desacuerdo y finalmente, en el apartado “la actividad permite desarrollar habilidades científicas en los estudiantes” un experto lo evalúa con un de acuerdo.

En los comentarios de los expertos, se menciona que hacer sólo un “mapa conceptual” para todas las clases parece poco, por lo que se sugiere que los estudiantes realicen una explicación al curso de la telaraña, y además que los estudiantes expliquen fenómenos relacionados con la acústica, para ver si son capaces de transferir sus conocimientos a nuevas situaciones. De este comentario, se realiza la mejora a la evaluación final, agregando una situación problema que los estudiantes deben jerarquizar, es decir, utilizando la telaraña los estudiantes deben dar solución a un problema planteado y con ellos jerarquizar los conceptos relacionados a esta solución.

Por otro lado se menciona que la puntuación de la rúbrica se debería reordenar e incluir los 0 puntos.

Capítulo 7

Conclusiones

En este presente capítulo se presentan las conclusiones obtenidas en el seminario de grado, según el trabajo realizado en el diseño y refinamiento de la Propuesta de Aprendizaje: *Sonido y audición* diseñada para abarcar el objetivo de aprendizaje planteado por el Ministerio de Educación en las Bases Curriculares 2016, OA 12: Explorar y describir el funcionamiento del oído y ojo humano, considerando la recepción de las ondas sonoras y luminosas, el espectro sonoro y de la luz visible, sus capacidad, limitaciones y consecuencias sociales y la tecnología correctiva.

Inicialmente se destaca que esta Propuesta de Aprendizaje se basa en material desarrollado y seleccionado para la misma, como las guías de los estudiantes, los montajes y maquetas, el material digital y el material para el docente. En este material se encuentran las guías docentes, que constan de instrucciones para realizar las actividades, las respuestas esperadas de cada pregunta de la clase, los detalles de cómo realizar cada montaje experimental de las clases. Por otro lado se destaca el manual de construcción, donde se detallan los materiales utilizados para la construcción de los montajes y el paso a paso de estos, apoyado con fotografías e imágenes de las construcciones.

Las conclusiones de este seminario de grado se sustentan en las validaciones realizadas durante el mismo. En primer lugar, se destacan los resultados obtenidos por los estudiantes en el test diagnóstico, donde se obtuvo resultados deficientes en las preguntas de análisis y de funcionamiento del sistema auditivo de forma física y biológica, resultados que cambiaron durante la implementación de la Propuesta de Aprendizaje, donde los estudiantes desarrollan el conocimiento necesario para poder explicar los fenómenos asociados al sonido y la audición,

desde un punto de vista físico y biológico. Esto se evidencia en las respuestas dadas por los estudiantes en las guías, por lo que se destaca que se cumple el objetivo de aprendizaje OA 12 anteriormente mencionado.

En segundo lugar, se destaca la validación por juicio de expertos, las cuales validan la Propuesta de Aprendizaje desde la visión de docentes con experiencia en distintos contextos. Los expertos en sus validaciones evaluaron de forma positiva la Propuesta de Aprendizaje, destacando el uso de maquetas y montajes experimentales, el desarrollo de actitudes y habilidades científicas y la explicación física de un fenómeno que involucra la biología.

Se recalca que la implementación de la Propuesta de Aprendizaje, y la validación por juicio de expertos sustentan a la misma, validandola como útil para abordar los contenidos de sonido y audición según el curriculum nacional vigente.

Por otro lado, la Propuesta de Aprendizaje promueve el desarrollo de actitudes y habilidades. Se destacan las evaluadas por PISA: Explicar fenómenos científicos e interpretar datos y pruebas científicas (OCDE, 2016), ya que en cada clase los estudiantes deben realizar hipótesis y predicciones de un fenómeno estudiado para posteriormente realizar una explicación del fenómeno, interpretando los datos obtenidos en la experimentación para realizar conjeturas y generalizaciones sobre sonido y audición.

Otras actitudes y habilidades de carácter científicas que permite desarrollar la Propuesta de Aprendizaje son las impulsadas por las práctica científicas, entre ellas se destacan la formulación de preguntas de carácter científicos, el desarrollo y uso del modelo, el análisis e interpretación de datos, uso y pensamiento matemático, construcción de argumentos en base a pruebas y la obtención, evaluación y comunicación de la información.

Relacionado con las habilidades propuestas por la educación STEAM integrada en sus seis metas ¹, se destaca el desarrollo de los seis puntos.

Relacionado con el trabajo en comunidades prácticas de aprendizaje, se destaca el trabajo

¹Las metas STEAM 2026 se encuentran detalladas en el capítulo 2

realizado con un gran conjunto de integrantes: Los docentes dirigentes de este seminario de grado, las investigadoras, los estudiantes y docente participantes de la implementación, los docentes participantes en la validación de la Propuesta de Aprendizaje. Esta gran comunidad práctica de aprendizaje promueve el desarrollo de, en primer lugar, una Propuesta de Aprendizaje válida para el desarrollo del conocimiento científico, segundo, un conjunto de actividades que promueven el trabajo colaborativo en ciencias, fomentando el trabajo de habilidades blandas, como la empatía, pensamiento crítico, creatividad, toma de decisiones entre otras.

Las actividades desarrolladas en la Propuesta de Aprendizaje se realiza a través de diversos materiales, lo cual promueve la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, las cuales se trabajan como un desafío con problemas de la vida real, algunos ejemplos son el tema de la contaminación acústica y la pérdida de audición. Las actividades son cercanas a los estudiantes, que promueven la curiosidad y la creatividad. Además las problemáticas mencionadas y trabajadas en la Propuesta son situaciones que no sólo se trabajan desde el área de la física, donde se desenvuelve esta propuesta, sino que son temas interdisciplinarios, que atañan la biología, la tecnología y la ingeniería.

Incluir recursos digitales dentro de la Propuesta de Aprendizaje a través de códigos QR permite ampliar los espacios de aprendizaje, flexibilizando las formas de aprender que poseen los estudiantes. Estos recursos se enfocan para un trabajo fuera y dentro del aula de clases y la educación formal. También se destaca el uso de experimentos y montajes que enriquecen el aprendizaje de los estudiantes.

Relacionado a la evaluación de la Propuesta de Aprendizaje se destaca que es una evaluación inclusiva y colaborativa, donde los estudiantes no sólo demuestran sus conocimientos relacionados con sonido y audición, sino que también evalúa habilidades de nivel superior y blandas, como el análisis, la síntesis y el trabajo colaborativo, entrando una información importante al docente: El desarrollo disciplinar y personal de los estudiantes, integrando la teoría y las habilidades trabajadas para solucionar o explicar una situación problema.

Por último esta Propuesta de Aprendizaje promueve el desarrollo interdisciplinar del estudiante, involucrando situaciones sociales en el desarrollo del conocimiento científico, como

lo son la contaminación acústica y la pérdida auditiva. En esta Propuesta de Aprendizaje se integran la ciencia, la tecnología e ingeniería y la comunicación de ideas con un objetivo claro: Formar personas participativas activamente y plenas para la sociedad moderna (Agencia de Calidad de la Educación, sfa).

En concordancia con lo mencionado anteriormente, se puede concluir que la Propuesta de Aprendizaje permite trabajar el área de sonido y audición, tema propuesto en el OA 12 de las Bases Curriculares actuales de 1°EM, el cual plantea la exploración y la descripción del funcionamiento del oído y ojo humano considerando la recepción de ondas sonoras y luminosas, el espectro sonoro y de luz visible, sus capacidades, limitaciones y consecuencias sociales y la tecnología correctiva.

Por otro lado, según el objetivo propuesto para este seminario de grado: Construir una propuesta de aprendizaje donde los estudiantes de primero medio relacionen el funcionamiento del oído con la interacción de ondas sonoras, desde un punto de vista mecánico y bioeléctrico, de manera que vinculen el estudio de las ondas con la percepción de su entorno. Se puede concluir que fue logrado exitosamente ya que todos los objetivos específicos fueron abordados.

Los objetivos específicos planteados para este seminario de grado fueron logrados ya que, en primer lugar el caracterizar las partes del oído y sus funciones desde un punto de vista físico y biológico se abordó en la revisión bibliográfica planteada en el plan metodológico y plasmado en el Marco Epistemológico de Referencia del presente seminario de grado.

La elaboración de una Propuesta de Aprendizaje sobre sonido y audición para estudiantes de 1° EM. Este es el punto central del seminario de grado, ya que es el objetivo general del mismo. Las bases para el diseño de esta Propuestas se extrajeron de la revisión bibliográfica realizada, donde se trabajó con enfoques y propuestas innovadoras, las cuales se enmarcan en el paradigma socioconstructivista, en particular se trabajó como el traspaso progresivo del control, prácticas científicas, concepto de modelo y la educación STEAM integrada, los cuales se encuentran detallados en el Marco Teórico del presente seminario de grado. En la elaboración de esta Propuesta de Aprendizaje se diseñaron un test diagnóstico, cuatro clases y una evaluación final. Cada clase clase aborda un fenómeno físico, los cuales son trabajados desde

lo más cercano para los estudiantes hasta lo más abstracto, siguiendo la línea de modelo. Las clases constan de la siguiente estructura: Contextualización, preguntas iniciales, experimentación, reflexión post experimentación, formalización y cierre. Etapas que ayudan a abordar el contenido de las clases y permiten a los estudiantes trabajar actitudes y habilidades de nivel superior, necesarias para la vida moderna en comunidad.

La elaboración de recursos para el estudio de las ondas sonoras y la simulación de la audición humana va de la mano con el punto anteriormente mencionado, ya que al diseñar la Propuesta de Aprendizaje se hace necesario el diseño de material que sustente a la misma. En esta propuesta se elaboraron recursos digitales, maquetas y montajes, manual de construcción, guías docentes y guías del estudiante. De este punto se destaca la creación de maquetas y montajes a utilizar, debido a que cada clase cuenta con su respectiva experimentación, la cual fue diseñada a partir de la necesidad de simular un fenómeno científico. Estos montajes son contruidos con materiales asequibles para el docente o el que desee realizar la experimentación. En concordancia con el diseño y creación de estas experimentaciones se hace necario la creación de un manual de construcción para todas las maquetas diseñadas.

Las validaciones realizadas para la Propuesta de Aprendizaje, en concreto la implementación y la validación por juicios de expertos, favorecieron a la mejora y perfeccionamiento de la misma. En concreto la implementación de la propruesta visualizó falencias asociados al planteamiento de preguntas e indicaciones en las guías utilizadas en las clases. Gracias a esto se perfeccionaron las mismas. Por otra parte, las validaciones por jucios de expertos plasmaron falencias en las guías docentes, en concreto, sobre el cómo se abordan los temas en las clases, las indicaciones que se deben realizar, los objetivos de aprendizaje, entre otros. Según esto, se realizó el refinamiento de las guías docentes.

Respecto las validaciones anteriormente mencionadas, se cumple con el objetivo de refinar la Propuesta de Aprendizaje, obteniendo una Propuesta sólida, con la cual se desarrollar a cabalidad el objetivo de aprendizaje 12 planteado por el Ministerio de Educación en las Bases Curriculares del 2016, trabajando habilidades y actitudes necesarias para la vida moderna en sociedad como explicar fenómenos científicos e interpretar datos y pruebas científicas.

Según lo mencionado, se concluye que el objetivo general del seminario de grado ha sido satisfactoriamente cumplido. Queda como desafío una segunda implementación de la propuesta, para poder adaptarla y refinarla según las necesidades del contexto. También queda por refinar las maquetas y videos utilizados en la Propuesta, los cuales tienen las indicaciones de refinamiento, sin embargo, estas no se pudieron realizar.

Referencias

- Agencia de Calidad de La Educación (2016). Informe técnico simce 2014.
- Agencia de Calidad de la Educación (s.f.a). Pisa 2015: Programa para la evaluación internacional de estudiantes ocde.
- Agencia de Calidad de la Educación (s.f.b). Resultados educativos 2016.
- Aiziczon, B. & Cudmani, L. (2007). Ondas, sonido y audición: Ideas previas de los estudiantes de ciencias médicas. *Cad. Bras. Ed. Fis*, 24(3), 360–399.
- Armengol, M., Cortijo, C., Couso, D., Hernández, I., Martos, R., Padilla, M., Pintó, R., Rios, C., Simón, M., Sunyer, C., & Tortosa, M. (2010). *Propietats acústiques dels materials, manual dels professors versió original*.
- Arrieta, E., Maiz, I., & Zarandora, E. (1996). Mecanismos de influencia educativa y formas de organización de la actividad conjunta. *Revista de Psicodidáctica*, 1, 15–25.
- Audifon (s.f). Membrana timpánica.
- Bahón, J. & Escamilla, A. (2017). *Aprender a pensar, enseñanza media* (Sé protagonista ed.).
- Ballesteros, V. & Daponte, A. (2011). Ruido y salud. españa junta de andalucía. Recuperado de https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfded&groupId=7294824. 24 de mayo del 2018 a las 17:57h.
- Blanco, T., Diego, J., Gorgal, A., & Salgado, M. (s.f). Iniciación a actividades steam desde la educación primaria.
- Bolat, M. & Sözen, M. (2011). Determining the misconceptions of primary school students related to sound transmission through drawing. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 1060–1066.
- Bonil, J., Márquez, C., & Pujol, R. (2007). El estudio del cuerpo humano en la etapa de primaria. educación primaria. *Orientaciones y recursos (6-12 años)*.
- Breiner, J., Johnson, C., Koehler, C., & Sheats, S. (2012). What is stem? a discussion about

- conceptions of stem in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11.
- Castro, C. (2012). Stem, steam, proyectos educativos integrales y olimpiadas de química. métodos que buscan convencer a los jóvenes de que la ciencia es útil para todos. *Enseñanza y Divulgación*, 221.
- Chamizo, J. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(1), 26–41.
- Chamizo, J. & Izquierdo, M. (2005). Ciencia en contexto: Una reflexión desde la filosofía. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 46, 9–17. Recuperado el 20 de abril del 2018 a las 12:03h de: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>.
- Chaves, A. (2001). Implicaciones educativas en la teoría sociocultural de vigotsky. *Revista educación*, 25(2), 59–65.
- Cilleruelo, L. & Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la educación steam. prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica*.
- Coll, C., Colomina, R., Onrubia, J., & Rochera, M. (1992). Actividad conjunta y habla: Una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. *Infancia y Aprendizaje*, 59-69, 1189–232. Universidad de Barcelona.
- Coll, C., Mauri, T., & Onrubia, J. (2007). La evaluación de la calidad de los procesos de innovación docente universitaria una perspectiva constructivista. *Revista de docencia universitaria*, 1, 5–17.
- Coll, C., Onrubia, J., & Mauri, T. (2008). Ayudar a aprender en contextos educativos: El ejercicio de la influencia educativa y el análisis de la enseñanza. *Revista de Educación*, 346, 33–70. Universidad de Barcelona. Facultad de Psicología.
- Couso, D. (2017). Clase: Secuenciació i evaluació del aprendentatge científic-matemàtic.
- Covarrubias, P. & Pantoja, J. (2016). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (abp). *Perfiles Educativos*, XXXV(139), 93–109.
- Decreto N° 38 (2012). Establece norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica, elaborada a partir de la revisión del decreto n° 146, de 1997, del ministerio de secretaría general de la presidencia. *Diario Oficial*.
- Duschl, R. & Grandy, R. (2012). Two views about explicitly teaching nature of science. 22, 2109–2139.

- Flores, M. (2017). Clase: Aprenentatge i desenvolupament ii bloc ii. sessió 5 i 6 conceptualització de l'ensenyament i l'aprenentatge.
- Garrido, A. (2016). *Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica*. PhD thesis, Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Gutierrez, R. (2014). Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos: aproximaciones y alternativas. *Bio-grafía*.
- Linder, C. J. & Erickson, G. L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education*, (5), 491–501. DOI: 10.1080/0950069890110502.
- Ministerio de Educación (2016). *Programa de estudio. Primer año medio-Ciencias Naturales*. Gobierno de Chile.
- New York Science Teacher (s.f). Physics misconceptions.
- OCDE (2016). Pisa 2015 resultados claves. Recuperado el 20 de abril del 2018 a las 12:03h de: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>.
- OCDE (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias*, volume Versión preliminar. OECD Publishing.
- Oh, P. S. & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109–1130. Recuperado el 20 de abril del 2018 a las 12:03h de: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>.
- Pesse, R. (s.f). Apunte de contaminación acústica.
- Real Academia Española (2017). Diccionario de la lengua española, edición tricentenario. Recuperado el 4 de Abril del 2018, de Asociación de academias de la lengua española Sitio web: <http://dle.rae.es/>.
- Rodríguez, D. & Valldeoriola, J. (2012). Metodología de la investigación. *México: Red Tercer Milenio*.
- s.a (2011). Fisiología del sistema auditivo. Recuperado de <http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza/acustica/apuntes/SistemaAuditivo.pdf>.
- Sabido, O. (2016). Cuerpo y sentidos: el análisis sociológico de la percepción. *Debate Feminista*, 51, 68–80. Día 14.
- Serway, R. A. & Jewett, J. W. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*, volume 1. Cengage

Learning.

TeensHealth (s.f). Perforación del tímpano.

Tenenbaum, C. (2016). *STEM 2026. A vision for innovation in STEM Education*.

Tipler, P. A. (1993). *Física para científicos e ingenieros*, volume 1. Reverté.

Anexos

Anexo 1: Material de la Propuesta de Aprendizaje

Guía 3: ¿Cómo viaja el sonido?

Nombre: _____

Curso: _____ Fecha: _____



Observa el video y responde las siguientes preguntas



Teléfono de vasos y onda en una cuerda

2 visualizaciones

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



1.- ¿Cómo crees que el sonido viaja por el hilo? ¿Cuál crees que son las condiciones del hilo para que la onda pueda viajar?



¡Manos a la obra!

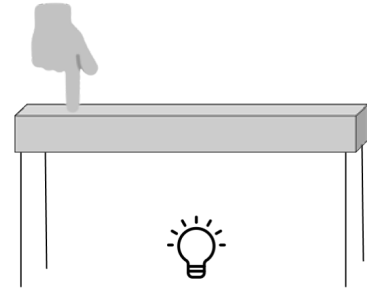
Comprendamos cómo es que la onda sonora se propaga por el tubo.

Materiales:

- Cubeta de ondas.
- Canal recto.
- Foco.

¿Qué haremos?

- Sitúa la cubeta encima de dos mesas.
- Agrega agua a la cubeta.
- Coloca el canal recto dentro de la cubeta de ondas.
- Coloca el foco bajo la cubeta de ondas.
- Enciende el foco.
- Observa las 3 situaciones que el profesor realizará.



Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:



2.- En el siguiente recuadro, dibuja las situaciones anteriores:

Situación 1:	Situación 2:	Situación 3:
<hr/>	<hr/>	<hr/>



3.- ¿Cómo es posible que la onda pueda viajar por el canal recto en las tres situaciones?



4.- ¿Existirá alguna similitud entre el canal recto y nuestro oído? Expliquen.



Observa el video y responde las siguientes preguntas



propagación de onda en canales
1 visualización

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



Luego de observar el video, responde las siguientes preguntas:



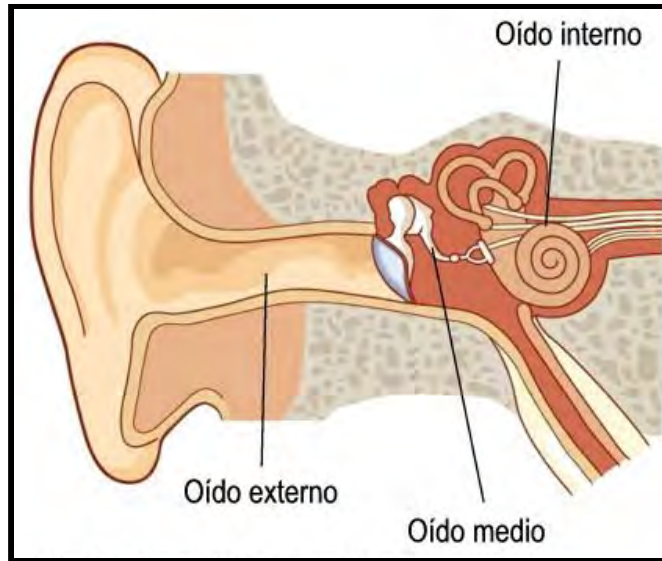
5.- ¿Cómo se propaga la onda por el canal curvo? explica y dibuja.



6.- ¿A qué parte de nuestro oído se asemeja la forma del canal curvo?



7.- Observa la imagen del oído y realice una analogía entre la cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo) y la cóclea con el montaje experimental anterior.



8.- Describe la propagación del sonido en el oído humano.

¿Quieres saber más del oído interno y sus cavidades?

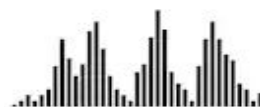
Escanea el código QR con tu celular y podrás saber un poco más.



Diagnóstico: ¿Cuánto sé de sonido?

1º Medio

Apoyo docente



Antes de responder este diagnóstico lee atentamente las instrucciones y los enunciados. Escribe todos los pasos y conceptos que utilizas. **No omitas ninguna pregunta.** En esta prueba demostrarás tus conocimientos sobre sonido. **Recuerda que la rapidez del sonido en el aire es de 340[m/s].**

Las respuestas correctas se encuentran destacadas en color amarillo.

I) Responde las preguntas marcando la alternativa correcta

- El sonido es una onda del tipo:
 - Longitudinal y mecánica**
 - Longitudinal y electromagnética
 - Transversales y mecánica
 - Electromagnética y mecánica
- Una membrana vibra realizando 5 oscilaciones por cada 3[s]. ¿Cuál es la frecuencia de oscilación de la membrana?
 - 5 [s]
 - 3 [Hz]
 - 5/3 [Hz]**
 - 3/5 [s]
- ¿Cuál es la característica de la onda sonora que nos permite distinguir una nota La de una guitarra a la de un clarinete?
 - Intensidad
 - Timbre**
 - Tono
 - Frecuencia
- “El sonido que produce el Violín es más agudo que el sonido que produce el Contrabajo” ¿Qué característica de la onda sonora se está comparando en la frase anterior?
 - Intensidad
 - Tono
 - Timbre
 - Frecuencia**
- Sofía está conversando con Rafaela sobre el volumen de la radio. Sofía dice que si se le sube el volumen a la radio las ondas de sonido son más largas, a lo que Rafaela responde que al aumentar el volumen hacemos crecer la amplitud. ¿Quién está en lo cierto?
 - Sofía
 - Rafaela**
 - Ambas están en lo correcto
 - Ambas están equivocadas
- A menor número de vibraciones por segundo, es decir a menor frecuencia de onda el sonido es más...
 - Fuerte
 - Agudo
 - Grave**
 - Largo
- De las siguientes opciones: ¿Cuáles son cualidades del sonido?

I. Altura	III. Tono
II. Intensidad	IV. Duración

 - Sólo II
 - II y IV
 - II, III y IV**
 - I, II, III y IV
- La frecuencia de un La es de 440[Hz] ¿Cuál es su longitud de onda?
 - 17/22 [m]**
 - 22/17 [m]
 - 1/440 [m]
 - 1/340 [m]

II) Responde las preguntas según tus experiencias y conocimientos. Argumenta y justifica tu respuesta, Mientras más específico seas mejor.

Como estas preguntas son para identificar los preconceptos de los estudiantes las respuestas son posibles respuestas dadas.

1. ¿Cómo definirías ruido? ¿Existe alguna diferencia entre el ruido y el sonido?

2. ¿Cuáles son las partes del oído que permite la **recepción** estímulos sonoros? Dibuja tu idea.

3. ¿Cuál es el proceso biológico o físico que permite la **interpretación** de los estímulos sonoros? Dibuja tu idea.

4. El oído está compuesto por estructuras muy frágiles que se pueden dañar con las distintas ondas recibidas por el entorno, ¿qué **características de la onda** (ejemplo: tono, frecuencia, amplitud, longitud) crees tú que es más dañina para el oído humano?, ¿Por qué?

Especificaciones de habilidades

I) Responde las preguntas marcando la alternativa correcta

En la siguiente tabla se encuentra especificada la habilidad a medir con la pregunta indicada:

Pregunta	Habilidad
1	Conocimiento
2	Conocimiento
3	Comprensión
4	Análisis
5	Evaluar
6	Conocimiento
7	Evaluación
8	Aplicación

II) Responde las preguntas según tus experiencias y conocimientos. Argumenta y justifica tu respuesta, Mientras más específico seas mejor.

En la siguiente tabla se encuentra especificada la habilidad a medir con la pregunta indicada:






Pregunta	Habilidad
1	Conocimiento y evaluación
2	Comprensión
3	Comprensión
4	Evaluación

Guía 1: ¿Cómo mitigamos el ruido?*Apoyo docente*

Nivel	1º año medio
Unidad	Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas
Tema a tratar	Contaminación acústica
Objetivos	Explorar diferentes materiales la mitigación del ruido bajo el contexto de la contaminación acústica en las ciudades.
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad. - Evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla. - Analizar y explicar los resultados de una investigación científica, para plantear inferencias y conclusiones.
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Esforzarse y perseverar en el trabajo personal entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con precisión y orden. - Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos. - Usar de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación para favorecer las explicaciones científicas y el procesamiento de evidencias, dando crédito al trabajo de otros y respetando la propiedad y la privacidad de las personas.
Palabras claves	Generador de ondas, sonómetro, nivel de presión sonora NPS, frecuencia, decibel, materiales aislantes, mitigación.
Indicadores de evaluación	- Proponen medidas de protección a la contaminación acústica, para las personas y los seres vivos en general.
Tiempo estimado	2HP, aproximadamente 1h y media
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Guía del estudiante - Generador de frecuencia - Sonómetro o indicador de nivel de presión sonora - Cajas aislantes

Sobre la simbología de la guía del estudiante:

Existen distintas simbologías en la guía del estudiante, las cuales representan distintas instrucciones a seguir por parte de los estudiantes.

	Indica que los estudiantes deben leer el texto
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma individual
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma grupal
	Indica el momento de experimental o trabajar con el material de laboratorio
	Indica un plenario o puesta en común como grupo curso con el docente como guía

Sobre los instrumentos y materiales:

Para esta clase, además de la utilización de la guía del estudiante se necesita utilizar un generador de frecuencias, un sonómetro o un indicador de nivel de presión sonora y las cajas aislantes. Dependiendo de la disposición de material es cual se puede utilizar.

Primeramente se recomienda la construcción de todo el material¹, es decir, construir el generador de frecuencia, las cajas aislantes. Si es que no se dispone de los materiales necesarios, se puede utilizar aplicaciones para *smartphones* como lo son *Generador de frecuencias*, disponibles para sistema Android y *Generador de frecuencia* para sistema iOS, igualmente para reemplazar el uso del indicador de nivel de presión sonora se pueden utilizar las aplicaciones de *smartphones* como lo son *Sonómetro* disponibles para sistema Android y *Sound meter* disponible para sistema iOS. La aplicación *Phyphox* que cuenta con ambas funciones y se encuentra disponible para sistema android e iOS.

Todos los generadores de frecuencia que se utilicen se encontrarán limitados por los parlantes o altavoces que se utilicen, ya que estos tienen un rango definido de frecuencia. Por otro lado al utilizar las aplicaciones de sonómetros o medidores de nivel de presión sonora pueden existir problemas ya que los micrófonos de los teléfonos celulares se suelen acoplar.

¿Cómo funciona la aplicación *Generador de frecuencias*?

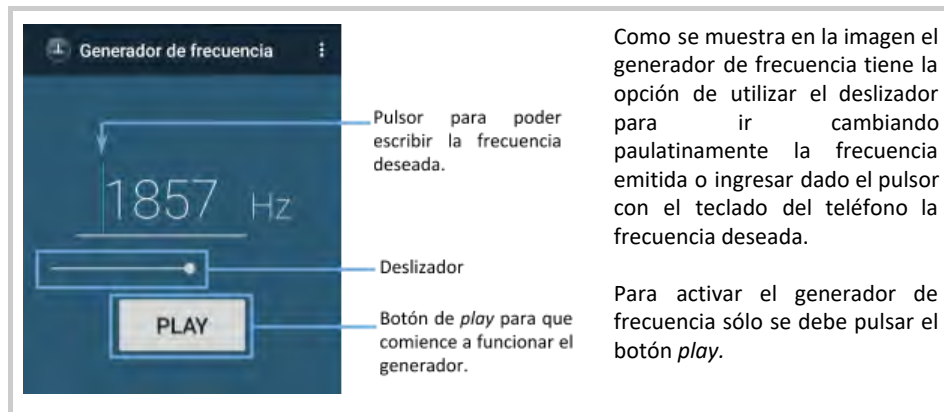
¹ La especificación de la construcción del material se encuentra en *Construcción del material: Sonido y audición, apoyo docente*.



Al ingresar al play store en la búsqueda escribir *Generador de frecuencias*. Instalar y abrir la aplicación.

Esta aplicación permite generar frecuencias desde los 1[Hz] hasta los 22.000[Hz]. El uso de la aplicación es simple, ya que se puede escribir la frecuencia que se desea o se puede utilizar el deslizador que aparece en la pantalla.

Además la aplicación se encuentra en español. En la siguiente imagen se encuentra especificadas algunas funciones de la aplicación.



Como se muestra en la imagen el generador de frecuencia tiene la opción de utilizar el deslizador para ir cambiando paulatinamente la frecuencia emitida o ingresar dado el pulsor con el teclado del teléfono la frecuencia deseada.

Para activar el generador de frecuencia sólo se debe pulsar el botón *play*.

¿Cómo funciona la aplicación *Generador de frecuencias*?



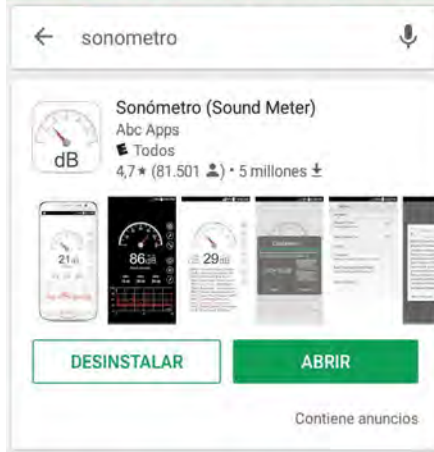
Al ingresar al App Store en la búsqueda escribir *Generador de frecuencias*. Instalar y abrir la aplicación.



Esta aplicación permite generar frecuencias desde los 10[Hz] hasta los 25.000[Hz]. El uso de la aplicación es simple, ya que se puede escribir la frecuencia que se desea o se puede utilizar el deslizador que aparece en la pantalla.

Además la aplicación se encuentra en español. En la siguiente imagen se encuentra especificadas algunas funciones de la aplicación.

¿Cómo funciona la aplicación Sonómetro?

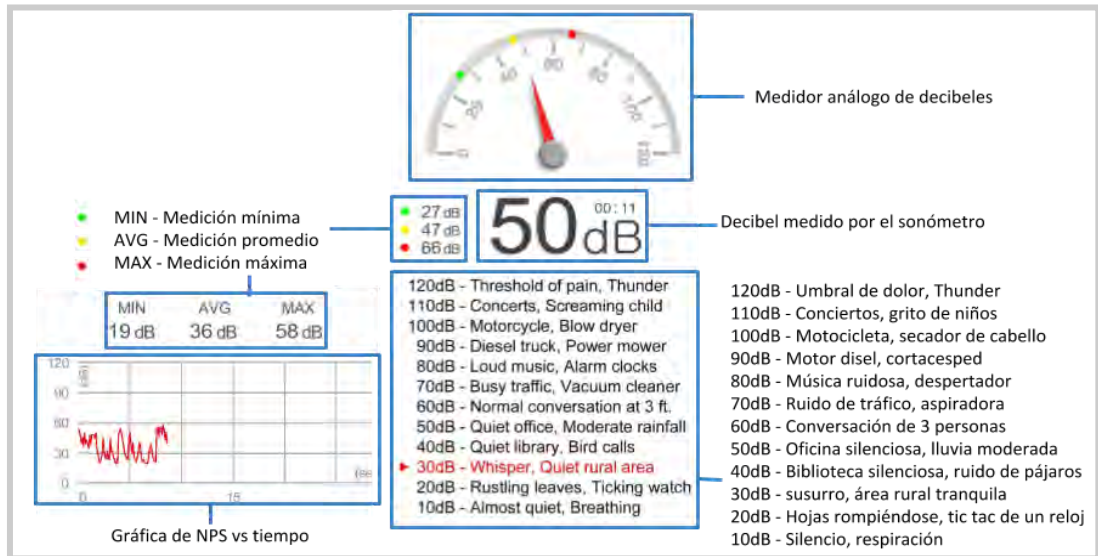









Al ingresar al play store en la búsqueda escribir *Sonómetro* o *Sound Meter*. Instalar y abrir la aplicación.

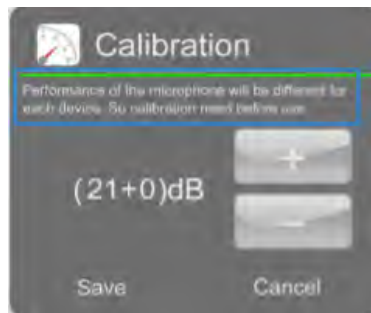
Esta aplicación permite medir el nivel de presión sonora a través del tiempo, medida en decibeles. Además de tener el registro en forma digital existe un medidor análogo y una lista donde se muestran los decibeles con su posible fuente generadora.

Esta aplicación se encuentra en español. En la siguiente imagen se encuentra especificado algunas funciones de la aplicación.

La aplicación además consta de una lista de fuentes sonoras con sus posibles emisión de niveles de presión sonora en decibeles.



-  Setting - Ajustes
-  Calibration - Calibración
-  White/ Blaco - Blanco/Negro
-  Menu - Menú
-  Reset - Reiniciar
-  Pause/ Play - Pausa/ Inicio
-  Instalación de aplicación de linterna

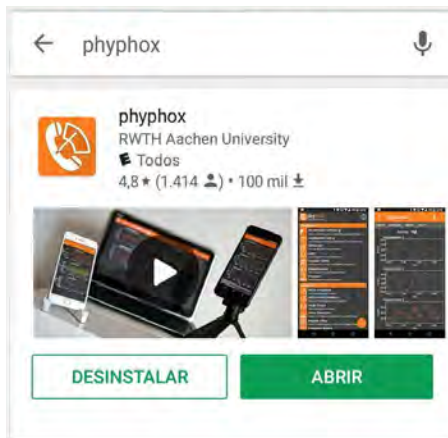


El menú del lado derecho de la pantalla permite realizar algunos ajustes en la aplicación. En la sección de ajustes aparecen las opciones de *Keep Screen On* (Pantalla encendida) y *Elapsed Time* (Tiempo transcurrido), donde se pueden marcar si se desean o no estas opciones.

Al pulsar la opción de calibración aparece un texto que dice: *“El rendimiento del micrófono será diferente para cada dispositivo. Por lo tanto, la calibración necesita antes de usar.”* Donde se debe colocar una fuente de presión sonora conocida, ej. 50dB y ajustar con el + y - la medición del sonómetro.

En la opción de Blanco/ Negro la pantalla cambia de color. Si se selecciona el menú se puede cambiar la lista de decibeles por un gráfico de nivel de presión sonora versus tiempo. Con la tecla reset el sonómetro comienza a medir desde cero y con el botón *pause* el sonómetro deja de medir.

¿Cómo funciona la aplicación *Phyphox*?



Al ingresar al play store en la búsqueda escribir *Phyphox*. Instalar y abrir la aplicación. Esta aplicación a diferencia de la primera se encuentra en inglés.

Esta aplicación permite, por un lado generar de tono o de frecuencia hasta los 24.000[Hz] y utilizar el medidor de amplitud que funciona como un sonómetro.

Para poder acceder a estas dos funciones se debe buscar en el menú principal *Acoustics* y las funciones *Audio amplitude* y *Tone generator*.

En las siguientes imágenes se especifican los botones y funciones *Tone generator*. Donde se puede modificar la frecuencia ingresándola con el teclado del teléfono. Bajo la frecuencia se genera un gráfico de amplitud.

Botón de play para activar el generador.

Indicador de frecuencia donde se puede escribir y modificarla.

Gráfica de la onda de Amplitud vs tiempo.

Botón de play para activar el generador.

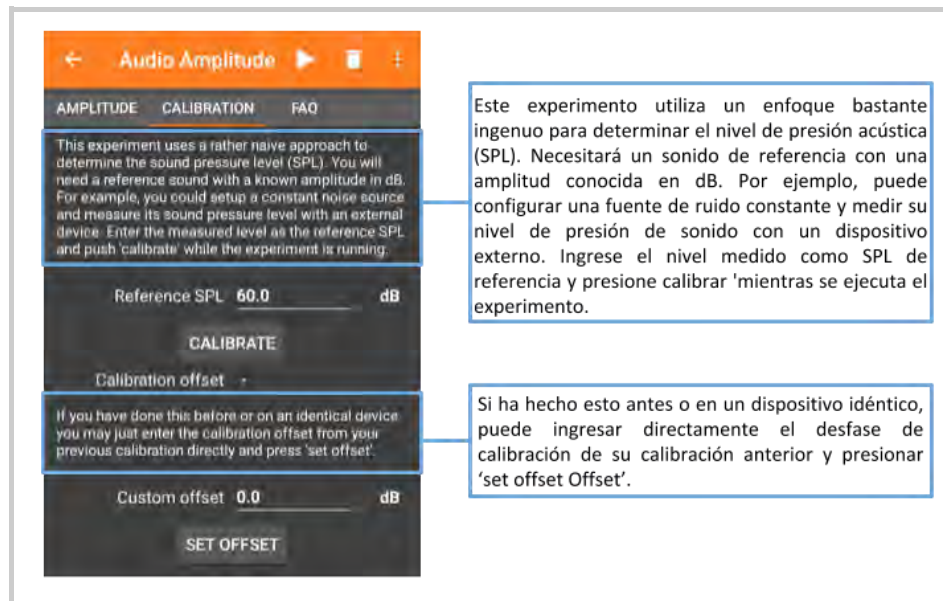
Resultado de medidor de nivel de presión sonora en decibeles.

Gráfica de nivel de presión sonora vs tiempo.

La función *Audio Amplitude* tiene un submenú:

- Amplitud
- Calibración
- Preguntas frecuentes.

En la imagen de la izquierda se especifica el uso del sensor de amplitud. En la opción de calibración se especifica cómo calibrar el sensor de amplitud, el cual viene especificado en la siguiente imagen con su respectiva traducción al español.



Este experimento utiliza un enfoque bastante ingenioso para determinar el nivel de presión acústica (SPL). Necesitará un sonido de referencia con una amplitud conocida en dB. Por ejemplo, puede configurar una fuente de ruido constante y medir su nivel de presión de sonido con un dispositivo externo. Ingrese el nivel medido como SPL de referencia y presione calibrar 'mientras se ejecuta el experimento.

Si ha hecho esto antes o en un dispositivo idéntico, puede ingresar directamente el desfase de calibración de su calibración anterior y presionar 'set offset Offset'.

Las secciones que serán extraídas de la guía del estudiante se encontrarán escritas en texto gris, para marcar la diferencia entre lo que se les entrega a los estudiantes y el material docente.

Inicio

Antes de dar comienzo a la primera sesión, junte a los estudiantes en grupo de mínimo 3 y máximo 5 personas. Se hace necesaria la explicación a los estudiantes del significado de cada ícono que se pueda encontrar en la guía y, posteriormente, leer la noticia (en grupo o individual) y que comiencen a responder las preguntas que se presentan a continuación de la noticia.

La noticia tiene como objetivo introducir los conceptos de contaminación acústica, materiales absorbentes y reflectantes, decibel, ruido.

Lee la siguiente noticia y responde las preguntas siguiendo las instrucciones de tu profesor:

Contra la Contaminación Acústica en las Autopistas Urbanas

Barreras Acústicas reducen significativamente el ruido en las carreteras



Barreras Acústicas Autopista Américo Vespucio Sur, Sector Av. Grecia

El tráfico vehicular es reconocido internacionalmente como el responsable del más del 70% de la contaminación acústica en una ciudad lo cual genera efectos nocivos para la salud de las personas tanto temporales como permanentes a través de los sistemas endocrinos y nerviosos autónomos. Las consecuencias en el organismo empiezan a ser observadas a partir de las exposiciones diarias a largo plazo a niveles de ruido por encima de los 70 decibeles (dB), nivel límite recomendado por la OMS y que ocurre por ejemplo en zonas de alto tráfico llegando hasta los 90 dB. Por lo tanto, controlar el ruido ha sido una de las principales preocupaciones que ha debido

enfrentar las autoridades del Ministerio de Obras Públicas de Chile al diseñar las nuevas autopistas urbanas. Un ejemplo de estas nuevas rutas es la autopista Vespucio Sur, que se extiende por 24 kilómetros en el sector oriente de Santiago y en la cual se ha instalado 2.000 metros de barreras acústicas.

Estas barreras acústicas de 4 metros de altura, consideran un 67% absorbente y un 33% reflectante, a través de la utilización de paneles de aluminio y polimetilmetacrilato (tipo de policarbonato) respectivamente, logrando con ello la atenuación de ruido equivalente a una conversación normal.

Nivel de intensidad del sonido	
140 dB	Umbral del dolor
130 dB	Avión despegando
120 dB	Motor de avión en marcha
110 dB	Concierto
100 dB	Perforadora eléctrica
90 dB	Tráfico
80 dB	Tren
70 dB	Aspiradora
50/60 dB	Aglomeración de Gente
40 dB	Conversación
20 dB	Biblioteca
10 dB	Respiración tranquila
0 dB	Umbral de audición

Si bien se pudo aislar el ruido producido por la carretera con barreras acústicas, existen calles dentro de la ciudad, como lo es la Alameda, que sus niveles de ruido están sobre los 80 dB. Muchos de los vecinos que viven cerca se han quejado del constante ruido producido por el tráfico, pero lamentablemente la solución de las barreras acústicas no es posible para esta avenida ya que cerraría accesos peatonales, paraderos de locomoción colectiva, entre otros, por lo que necesitan implementar otra solución mitigadora de ruido. En la escala de la izquierda puedes observar algunos niveles de intensidad sonora con sus fuentes generadoras.

¿Cómo se construye la escala de decibeles?



Escanea el código QR con tu celular y podrás saber la respuesta.

En el código QR que se encuentra adjunto se les permite a los estudiantes indagar más sobre los decibeles, cómo se calculan los decibeles y la escala logarítmica y las variaciones de umbral de diferenciación. Luego de esta sección vienen las preguntas asociadas al texto y de forma introductoria a la actividad experimental.

A continuación se responden las preguntas según las respuestas esperadas y los posibles errores de los estudiantes. Como estas primeras preguntas son de carácter introductorio no existen respuestas correctas o incorrectas, pueden ser más cercanas o alejadas al concepto físico. Es importante volver a retomar estas preguntas en el cierre de la clase y comparar lo que los estudiantes creían con lo que aprendieron, para que ellos sean conscientes del aprendizaje que realizaron.



1.- ¿Cómo pueden protegerse de la contaminación acústica aquellos vecinos que viven en zonas muy transitadas?

- Cambiar las ventanas por las que son aislantes.
- Que se recubra toda la construcción con algún material especial.
- Hacer las construcciones con materiales especiales para que el ruido no entre o entre menos a las casas.

² El código QR es la codificación del siguiente link:
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Sound/db.html>



2.- ¿Crees que se podrían usar los materiales de los paneles acústicos para la construcción de edificios? ¿Dónde se podría utilizar este material?

- Las láminas que se usan en los paneles se pueden usar para las ventanas.
- El material no serviría para la construcción en sí, pero se pueden usar las técnicas y propiedades de estos paneles para mitigar el ruido.

En esta segunda pregunta se debe mencionar que no estos materiales no se utilizarán para la estructura del edificio, sino para la aislación del edificio mismo. También como pregunta guía para que los estudiantes respondan se les puede preguntar: ¿Qué pasa con el ruido externo si se abren las ventanas?



3.- ¿Existirá una mejor solución para la mitigación del ruido para estos edificios?

- Equipar bien las construcciones para que el ruido no entre a las construcciones.
- Restringir el uso de objetos que emitan ruido.
- Utilizar materiales aislantes como elemento mitigador.

Desarrollo

Posteriormente se explica la actividad experimental de la clase, la cual consta de la utilización de las cajas aislantes, el medidor de nivel de presión sonora (sonómetro) y el generador de onda.

Explique el funcionamiento de cada parte del generador de ondas y el funcionamiento del sonómetro. Para ejemplificar la utilización del sonómetros, menciona la tabla adjunta anteriormente sobre el nivel de intensidad sonora. Aquí puede decir que esos niveles son medidos con el sonómetro y los valores dados están en decibeles, si quieren saber más de cómo es esta escala de medición, pueden ingresar al código QR que se encuentra presente en la página 2 de la guía.



¡Manos a la obra!

Ahora ayudaremos a los vecinos afectados por el ruido de las calles. Experimentaremos con distintos sonidos y materiales para descubrir aquel material que mitiga más la contaminación acústica producida por el tráfico.

Materiales:

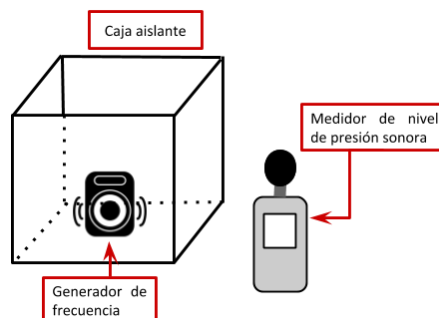
- Generador de frecuencia o celular con la aplicación de generador de frecuencia.
- Cajas de distintos materiales.
- Sonómetro, celular con la aplicación de sonómetro o indicador de nivel de presión sonora.

¿Qué haremos?

- Encender el generador de frecuencia y configurar la frecuencia.
- Colocar el generador de frecuencia dentro de una caja y cerrar.

- Registrar lo medido por el sonómetro.
- Hacer lo mismo para cada caja.

El montaje asociado a la experiencia es el que se adjunta en la siguiente imagen. Es importante que el generador de ondas y el sonómetro estén a una distancia constante. Se le pide a un integrante de cada grupo que se acerque al sonómetro con su guía y observe la variación que el sonómetro presenta (es importante que el sonómetro esté en modo SLOW para que las variaciones se logren observar). Para cada medición se pedirá a un integrante distinto que observe las mediciones.



El generador de ondas se variará en dos ocasiones. En la primera ocasión se fijará en una frecuencia alta. Se medirá la intensidad sonora sin caja y luego con cada una de las cajas para ello se colocará el generador de ondas dentro de la caja considerando la distancia inicial y luego se tapa. Cada medición debe registrarse en la tabla adjunta en la página 4 de la guía. Posteriormente se fijará el generador de ondas a un frecuencia baja y se repetirá el mismo procedimiento anterior.

No es necesario que todos los estudiantes se encuentren a la misma distancia para medir, sino que mantengan el sonómetro siempre a la misma distancia para no influenciar la medición. Recordar que los decibeles y el NPS disminuye con la distancia.

Si se cambia la frecuencia mientras se observan las variaciones de los decibeles según la capacidad de absorción de los materiales no se podrá realizar una comparación entre ellos, ya que se están variando 2 de 3 variables. Esto no se les menciona explícitamente a los estudiantes ya que es una de las conclusiones a las cuales ellos deben llegar.

Se le debe mencionar a los estudiantes que las mediciones pueden variar rápidamente, ya que el nivel de presión sonora cambia instantáneamente, por lo que es mejor que anoten un rango de valores en vez de un único valor. También se tiene que tener en consideración el ruido ambiente, ya que si este varía la medición se verá afectada.

Frecuencia 1 =		Frecuencia 2 =	
Caja aislante	dB	Caja aislante	dB
Sin caja		Sin caja	
Cartón		Cartón	

Poliestireno expandido		Poliestireno expandido	
Espuma		Espuma	
Policarbonato		Policarbonato	
Tipo termopanel		Tipo termopanel	
Cartón de huevos		Cartón de huevos	

Posteriormente se recomienda realizar una comparación entre los valores obtenidos por los estudiantes para al menos un caso, así poder establecer la relación decibel distancia.

Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:



4.- ¿Qué variables estuviste manipulando en la experimentación? Explica claramente la relación que tienen estas variables.

- Las variables que se manipularon fueron los decibeles, la distancia y la frecuencia.
- Las variables de las cuales depende la medida de la presión sonora o decibeles es de la fuente generadora, específicamente su frecuencia, del material de la caja, si es que este es más o menos absorbente, y de la distancia a la cual se realice la medición. Si el material es más absorbente, o se realiza la medición a una distancia mayor los decibeles medidos serán más bajos. Por otro lado si la frecuencia es menor los decibeles medidos también serán más bajos.
- La medida de los decibeles depende del material y de la frecuencia del emisor. Mientras más agudo más decibeles se miden, y si el material es mejor para aislar los decibeles son menores.



5.- ¿Qué material fue el que más mitigó la transmisión de las frecuencias utilizadas?, ¿Cuál es la característica fundamental de este material?

Palabras guías: esponjoso, rígido, flexible, alta densidad, baja densidad, poroso, hueco, entre otras.

- La absorción acústica de los materiales dependerá de la naturaleza de estos.
- Los materiales que más mitigan el ruido son menos densos, tienen aire entre ellos.
- Los materiales que más mitigan son menos flexibles o elásticos.
- Hay materiales que mitigan más unas frecuencias que otras.

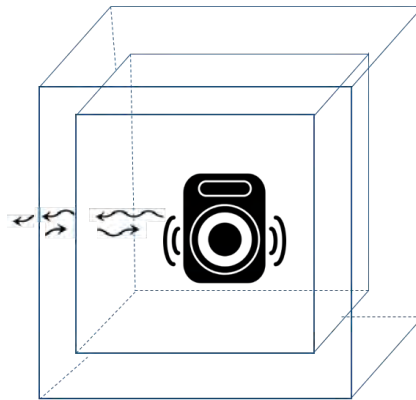
Cierre

Como cierre se propone hacer la última pregunta de forma plenaria, que sea respondida como grupo curso a través de una lluvia de ideas y con ayuda del docente para formalizar los conceptos. Luego cada estudiante debe apuntar en el recuadro de la pregunta 6.

Para realizar el cierre realice un plenario en la pizarra y anote las ideas claves como: variables manipuladas, frecuencias utilizadas, material con mayor mitigación. Pregunte a los

estudiantes cuál es la relación que existe entre estas variables, posteriormente a esto el docente formaliza los conceptos trabajados en la clase (anteriormente mencionados). Para esto el docente responde junto con los estudiantes la pregunta 6, utilizando los datos de la experimentación. También se debe mencionar que aquellos materiales que mitigan más el sonido son aquellos que tienen mayor porosidad o espacio con aire.

Se recomienda realizar un esquema de la onda que se propaga a través de una caja de tipo termopanel tal como muestra la imagen.



Es importante destacar la reflexión, la refracción y a transmisión de la onda dentro de la caja, ya que a medida que ya atravesando cada medio, la onda va disipando más energía, lo cual se obtiene como resultado la absorción de la misma



6.- Los materiales que utilizamos, ¿hasta qué punto servirían para aislar? Relaciona los realizados en clases con los conceptos físicos.

Variables manipuladas

- Frecuencia → Alta → Cartón de huevo
 - Baja → Termopanel/Polycarbonato → AIRE
 - Material
 - Espesor
 - Densidad
 - Porosidad → Aire
 - Forma
- Reflexión
 - Refracción
 - Transmisión

Guía 2: ¿Podemos determinar características del sonido?

Apoyo docente








Nivel	1º año medio
Unidad	Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas
Tema a tratar	Medición de longitud de onda
Objetivos	<p>Explorar y describir el comportamiento de una onda en una cuerda vibrante, identificando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Máximos y mínimos - Nodos y antinodos - Características de una onda (longitud de onda, frecuencia)
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad. - Planificar diversos diseños de investigaciones experimentales que den respuesta a una pregunta y/o problema sobre la base de diversas fuentes de información científica. - Discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica, las posibles aplicaciones y soluciones a problemas tecnológicos, las teorías, las predicciones y las conclusiones, utilizando argumentos basados en evidencias y en el conocimiento científico y tecnológico.
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Esforzarse y perseverar en el trabajo personal entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con precisión y orden. - Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.
Palabras claves	Longitud de onda, frecuencia
Indicadores de evaluación	Describen el espectro audible para las personas, considerando variables como la frecuencia y la intensidad sonora.
Tiempo estimado	2HP, aproximadamente 1h y media
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Guía del estudiante - Generador de frecuencia con vástago

	<ul style="list-style-type: none"> - Regla o cinta métrica - Cuerda - Polea - Masas
--	---

Sobre la simbología de la guía del estudiante:

Existen distintas simbologías en la guía del estudiante, las cuales representan distintas instrucciones a seguir por parte de los estudiantes

	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma individual
	Indica que los estudiantes deben trabajar en forma grupal
	Indica un plenario o puesta en común como grupo curso con el docente como guía
	Indica el momento de experimentar o trabajar con el material de laboratorio
	Indica que los estudiantes deben realizar cálculos matemáticos

Sobre los instrumentos y materiales:

Para esta clase, además de utilizar la guía del estudiante, se utilizará un generador de frecuencia, una polea, una masa, una cuerda y una superficie lisa como lo puede ser la pared de la sala de clases.

Inicio

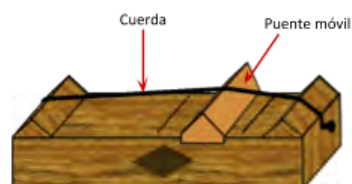
Para dar inicio a la clase se propone la lectura de una contextualización histórica. Esta lectura tiene por objetivo introducir los conceptos de propagación de una onda, longitud de onda, frecuencia. Se debe destacar a los estudiantes que subrayen o intenten destacar la información importante del texto para así facilitar la respuesta de las preguntas asociadas.



Lee atentamente la siguiente información y responde las preguntas

¿Qué es el monocordio?

El monocordio es un instrumento musical de sólo una cuerda que es capaz de emitir el sonido de un octava completa, es decir se pueden producir las notas Do grave, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si y Do agudo, gracias al deslizamiento de un puente móvil.



Este instrumento es la base de todos los instrumentos de cuerdas que hoy conocemos, pero ¿cómo saber dónde debes colocar el puente móvil para producir las distintas notas musicales?

La escuela pitagórica encontró la siguiente relación: si se tensa una cuerda, tal como lo hace el monocordio, sonará una nota en particular por ejemplo la nota Do. Si esa cuerda se divide a la mitad y se hace sonar el trozo de cuerda correspondiente a $1/2$, la nota generada es Do perteneciente a la siguiente octava. Luego si la cuerda original se divide en tres partes iguales y se hace sonar el trozo de cuerda correspondiente a $2/3$ de la cuerda, la nota emitida será la nota Sol. Finalmente si se divide la cuerda original en 4 partes iguales y se hace sonar el trozo de cuerda que representa $3/4$ de la cuerda original, se podrá escuchar la nota Fa.



1.- ¿Qué relación existe entre la longitud de la cuerda y la nota producida?

- Cada vez que se divide más la cuerda, produce notas más altas/agudas.
- Cuando se divide más la cuerda se generan longitudes de onda menor y lo que se escucha es más agudo.
- La frecuencia o nota producida es inversamente proporcional a la longitud de onda.



2.- ¿Cómo se relaciona lo ocurrido en un monocordio con la longitud de onda y la frecuencia que tiene cada nota?

- Cada vez que se hace vibrar las distintas porciones de la cuerda, esta produce distintas notas, por ende se producen distintas longitudes de ondas con su respectiva frecuencia.



3.- Si se sabe que la frecuencia de una nota DO es de 523,251 Hz, Calcula su longitud de onda.

$$v_{\text{sonido en el aire}} = 340 \text{ [m/s]}$$
$$v = f \cdot \lambda \rightarrow 340 \text{ [m/s]} = 523,251 \text{ Hz} \cdot \lambda \rightarrow \frac{340 \text{ [m/s]}}{523,251 \text{ Hz}} = \lambda \rightarrow 0.6497 \text{ [m]} = \lambda$$

Es probable que los estudiantes no recuerden la relación entre la frecuencia y la longitud de onda de una cuerda, por lo que el profesor deberá recortarla, igualmente para la velocidad del sonido. Por lo que se prone que cuando se aborde la pregunta el docente la lea en voz alta y pregunte qué otros datos se necesita para poder calcular la longitud de onda. Si los estudiante no recuerdan el

profesor deberá anotar en la pizarra la rapidez del sonido en el aire ($340 [m/s]$) y la relación entre la velocidad, la frecuencia y la longitud de onda ($v = f \cdot \lambda$)

A continuación se observa un video de una cuerda vibrante, donde se deben identificar las características de una cuerda vibrante.



Observa el video y responde la siguiente pregunta



Onda estacionaria cuerda y resorte

4 visualizaciones

1 0 COMPARTIR

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



1

El link del video se encuentra disponible en código QR para que los estudiantes después puedan volver a ver el video en sus casas. Para facilitar la labor docente se adjunta el link en una nota al pie de página.

Se sugiere que se analice en conjunto con los estudiantes las características de la onda presente en el video, para ello el video se debe proyectar sobre la pizarra y detenerlo en el minuto 0:18. Se inicia con el análisis de la onda estacionaria de tipo transversal en una cuerda. Observando la imagen se recuerda las características de las ondas tales como longitud de onda, nodo y antinodo. Los estudiantes deben registrar estas observaciones en el recuadro de la pregunta 4.

Luego continúa con la proyección y se detiene en el minuto 0:47. Se analiza la imagen proyectada, la cual muestra una onda estacionaria de tipo longitudinal en un resorte y se le pide a los estudiantes que identifiquen las características tales como longitud de onda, nodo y antinodo y que las registren en el recuerdo de la pregunta 4.

Se pregunta cuál de las ondas vistas anteriormente se representa o modela la propagación del sonido. A lo cual los estudiantes deben responder que es la onda producida por el resorte.

¹ El código QR es la codificación del siguiente link: <https://youtu.be/BowRq1XI550>

Además se debe recalcar que se está observando una onda estacionaria, es decir que la onda se propagó de el punto inicial hasta el punto final y luego se devolvió, por lo que existen conceptos propios de estas ondas, como lo es el nodo. Para explicar lo que es el nodo en una onda estacionaria se sugiere mencionar que en la propagación de ondas estacionarias, existirán puntos de la onda donde la energía y la perturbación serán máximas y otros donde serán mínimas, por lo que se puede ejemplificar con una partícula en distintos puntos de la cuerda, en particular, una próxima al nodo, para mostrarla mínima perturbación y otra próxima al antinodo, para mostrar la máxima perturbación. Finalmente se retoman otras características de la onda como es la longitud de onda. Debe destacar que esta se observa entre valle y valle o entre cresta o cresta, es decir cuando la onda cumple un ciclo, además de que en este ciclo siempre se encontrará un nodo (a la mitad), lo cual representa una fracción par ($\frac{\lambda}{2n}$).



4.- ¿Qué elementos de una cuerda vibrante identificaste? Anótalos y descríbelos.

- Propagación de la onda
- Nodos: Punto de la onda estacionario donde existe mínima vibración y mínima energía.
- Antinodos: Punto de la onda estacionario donde existe máxima vibración y máxima energía.
- Longitud de onda: distancia mínima entre dos puntos idénticos cualquiera de ondas adyacentes.
- Amplitud: Máxima variación o desplazamiento de la onda.

Desarrollo

Antes de comenzar con la experimentación, explique a los estudiantes que se trabajará con la onda transversal, ya que es más fácil observar los nodos, por ende facilita la medición.

Para iniciar la exploración, se debe leer las instrucciones en conjunto y que en el caso de la superficie lisa, se utilizará la pared. Por lo que ellos variarán lentamente la distancia entre la fuente emisora encendida con la pared. Aquí ellos deben buscar un antinodo, es decir un máximo, por lo que deben escuchar atentamente cuando el sonido de la fuente se hace más intenso. Luego de encontrar esa distancia se les pregunta ¿qué fracción de λ han encontrado?. Con esta pregunta se debe mencionar que para realizar los cálculos de la longitud de onda, se debe tener el primer antinodo, para ello se variará la distancia desde la pared. Es decir se posicionará inicialmente la fuente emisora encendida continua a la pared y desde este punto se alejará lentamente hasta encontrar el primer máximo y con esto nos podemos asegurar que la distancia encontrada equivale a $\frac{\lambda}{2}$.



¡A explorar!

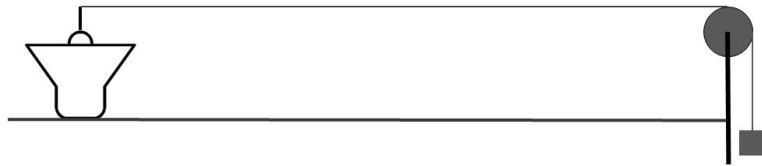
Ahora que tienes una idea de cómo medir la longitud de una onda utilizando como herramientas tus oídos y una regla, seguiremos el siguiente procedimiento:

Materiales:

- Hilo
- Polea
- Masa
- Fuente emisora con vástago
- Cinta métrica

¿Qué haremos?

- Amarra un extremo del hilo a el vástago fijado en la fuente emisora.
- Estira el hilo desde el otro extremo.
- Enciende la fuente emisora y fija una frecuencia baja.
- Tensa el hilo hasta que observes una onda estacionaria en él.
- Con la cinta métrica, mide la distancia que hay entre el extremo del hilo que está amarrado hasta el nodo que estás observando.



5.- Registra los datos de la medición y dibuja la situación anterior. ¿Cuánto mide la longitud de onda? Recuerda que la variable independiente es la frecuencia y la dependiente es la longitud de onda.

La respuesta de esta pregunta dependerá de la frecuencia a la cual se configura el generador y la tensión que se le aplique a la cuerda.

Para la pregunta 6, primero se les pregunta a los estudiantes si recuerdan el rango auditivo del ser humano, el cual va desde los 20Hz hasta los 20.000Hz, si esto no lo recuerdan se les da. Es importante que lo anoten en el recuadro de la pregunta 6 y mencionar que los 20 Hz, al ser una frecuencia baja se escucha menos que la frecuencia de los 20.000Hz. Luego de decir esto se retoma la experimentación pero se menciona que deben poner atención en el sonido producido por la fuente. Para estimar la frecuencia se pregunta si escuchan algo; como el generador está configurado a baja frecuencia, pero audible, deberán decir que sí. Por lo que la frecuencia emitida por la fuente está más cercana a los 20 Hz.



6.- Estima la frecuencia del sonido producido por la fuente emisora.

- Es una frecuencia audible, por lo que es más cercana a los 20Hz.
- Es una frecuencia baja pero audible.



7.- Si la audición humana tiene un rango entre los 20 Hz - 20.000 Hz, calcula cuales son las longitudes de onda que el oído humano alcanza a percibir.

$$340 \text{ m/s} = 20 \text{ Hz} \cdot \lambda \rightarrow 17 \text{ m} = \lambda$$

$$340 \text{ m/s} = 20.000 \text{ Hz} \cdot \lambda \rightarrow 0,017 \text{ m} = \lambda$$

El rango de longitud de onda que el oído humano percibe está entre 0,017 y 17 metros

Cierre



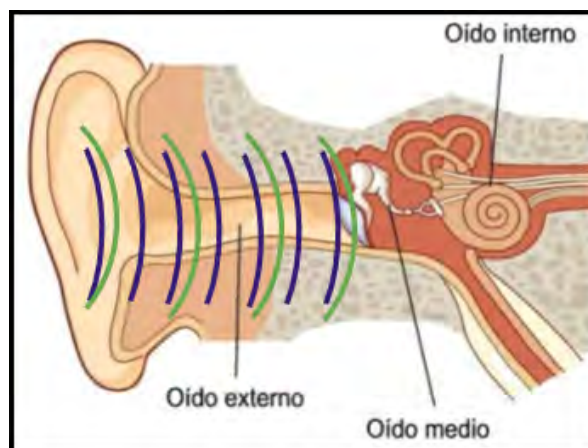
8.- Explica cómo es posible que las longitudes de onda calculadas anteriormente se propaguen por el oído humano.

- En el caso de la longitud de onda 0.017 metros es tan pequeña que cabe dentro del oído, pero la longitud de onda de 17 metros al ser tan grande, sólo entra al oído una pequeña fracción.
- El oído capta sólo una parte de las ondas sonoras, las que se encuentran en el rango entre 0.017(m) y 17(m) de longitud de onda.

Se sugiere que en la pregunta 10, se le otorgue un tiempo de 5 minutos a los estudiantes para que dibujen la representación de la propagación de 2 ondas. La primera onda debe representar la onda de 20 Hz y la segunda representado la onda de 20.000 Hz; cada una de ellas con un color diferente. Finalizado el tiempo se debe proyectar la imagen en la pizarra y realizar un plenario. En conjunto dibujen la representación de las 2 ondas y luego se toma una fotografía para retomar esta idea en la siguiente clase.



10.- En la siguiente figura realiza una representación de la propagación de las ondas de sonido en el oído humano.








De verde se dibuja la onda de menor frecuencia y de morado la de mayor frecuencia.

Guía 3: ¿Cómo viaja el sonido?*Apoyo docente*

Nivel	1º año medio
Unidad	Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas
Tema a tratar	La propagación de ondas en canales rectos y curvos
Objetivos	Explorar y describir el funcionamiento del oído, considerando: - La recepción de ondas sonoras. - La propagación de ondas en canales.
Habilidades	- Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad. - Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema.
Actitudes	- Mostrar curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, disfrutando del crecimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorando su importancia para el desarrollo de la sociedad. - Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.
Palabras claves	Frente de ondas, perturbación, canal, pulso.
Indicadores de evaluación	Explican la función de las estructuras del oído (oído externo, medio e interno) en el proceso de audición del ser humano.
Tiempo estimado	2HP, aproximadamente 1h y media
Recursos	- Guía del estudiante - Cubeta de ondas - Canal recto - Canal curvo (cóclea)

Sobre la simbología de la guía del estudiante:

Existen distintas simbologías en la guía del estudiante, las cuales representan distintas instrucciones a seguir por parte de los estudiantes.

	Indica que los estudiantes deben observar el video
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma individual
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma grupal
	Indica el momento de experimental o trabajar con el material de laboratorio
	Indica un plenario o puesta en común como grupo curso con el docente como guía

Sobre los instrumentos y materiales:

Para esta clase, además de la utilización de la guía del estudiante se necesita utilizar la cubeta de ondas, un canal recto y el canal que representa la cóclea, las cuales se recomienda construir¹.

Para esta clase, cómo es complejo poder tener un canal curvo para observar la propagación de ondas dentro de él, se proponen dos versiones de guía. La primera con el montaje respectivo y la segunda con un video que reemplace el uso del montaje.

Las secciones que serán extraídas de la guía del estudiante se encontrarán escritas en texto gris, para marcar la diferencia entre lo que se les entrega a los estudiantes y el material docente.

Inicio

Para el inicio de la clase se propone visualizar un video de la construcción y uso de un teléfono de vasos. Este video tiene como objetivo introducir la propagación de la onda por medios no gaseosos, en este caso la cuerda vibrante, para poder trabajar con la propagación de ondas en una cubeta y en canales.



Observa el video y responde las siguientes preguntas

¹ La especificación de la construcción del material se encuentra en *Construcción del material: Sonido y audición, apoyo docente*.



¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



El video está compuesto de dos partes, la primera es la construcción y el funcionamiento de un teléfono de vaso y la segunda, en el minuto 1:06, inicia el video de una cuerda vibrante, el cual ayuda a la explicación del funcionamiento del teléfono de vasos.

Este video se utiliza para realizar la conexión entre la clase 2, donde se trabaja con una cuerda vibrante y la propagación en canales. Antes de en el video se comience a utilizar el teléfono de vasos se recomienda preguntarle a los estudiantes si han utilizado alguna vez uno de estos y si es así, que expliquen cómo lo utilizaban. La segunda parte del video se utiliza para mostrar cómo se mueve la cuerda en el teléfono de vasos (de una forma exagerada).

La pregunta que prosigue a la visualización del video es de carácter introductorio, por lo que no existen respuestas correctas o incorrectas, pueden ser más cercanas o alejadas al concepto físico. Es importante volver a retomar estas preguntas en el cierre de la clase y comparar lo que los estudiantes creían con lo que aprendieron, para que ellos sean conscientes del aprendizaje que realizaron.



1.- ¿Cómo crees que el sonido viaja por el hilo? ¿Cuál crees que son las condiciones del hilo para que la onda pueda viajar?

- El hilo se mueve al igual que como el sonido viaja en el aire.
- La onda viaja de la misma forma pero no con la misma velocidad en el hilo como en el aire.
- La onda al viajar por la cuerda mantiene su frecuencia pero cambia su longitud de onda y rapidez de propagación.
- Si el hilo no se encuentra tenso la onda no podrá viajar por el.

² El código QR dirige al siguiente link: <https://www.youtube.com/watch?v=Sx3TUnZOmlg>

En esta primera pregunta *¿Cuál crees que son las condiciones del hilo para que la onda pueda viajar?* se recomienda dar el ejemplo de una guitarra o instrumento de cuerdas con las cuerdas sueltas, para contextualizarla en otra situación de la misma naturaleza.

Desarrollo

Posteriormente se explica la actividad experimental de la clase, la cual consta de la utilización de una cubeta de ondas, un generador de ondas y canales rectos y curvos. En la guía del estudiante se adjuntan las siguientes instrucciones:



¡Manos a la obra!

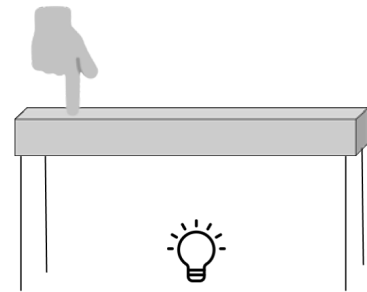
Comprendamos cómo es que la onda sonora se propaga por el tubo

Materiales:

- Cubeta de ondas.
- Canal recto..
- Foco.

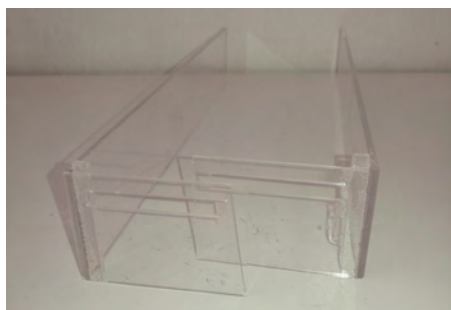
¿Qué haremos?

- Sitúa la cubeta encima de dos mesas.
- Agrega agua a la cubeta.
- Coloca el canal recto dentro de la cubeta de ondas.
- Coloca el foco bajo la cubeta de ondas.
- Enciende el foco.
- Observa las 3 situaciones que el profesor realizará.



Los materiales utilizados (para esta y la siguiente actividad) son:





En esta parte de la clase es necesario oscurecer al máximo la sala de clases para poder observar las ondas. En la siguiente imagen se muestra el montaje propuesto para esta parte. Al colocar el foco por debajo de la cubeta las ondas se reflejarán en el techo de la sala, por lo que todos los estudiantes podrán observar lo que ocurre. Otro posible montaje es utilizar un espejo por debajo de la cubeta y colocar la linterna encima de ésta, para realizar la proyección al techo a través del espejo.



Para que a luz no genere interferencias se recomienda utilizar un difusor, el que puede ser una hoja de papel blanca o papel mantequilla. Esta actividad y la siguiente se pueden realizar sin la necesidad de un generador de frecuencia, ya que se pueden generar las ondas con un lápiz o la misma mano tocando la superficie del agua.

Si se hace de esta forma o con el generador de ondas es importante que el elemento perturbador (el generador o la mano) no toque las paredes de la cubeta, ya que esto generará una perturbación en las ondas que se proyectarán y no podrá observarse claramente el fenómeno.

Instrucción para la experimentación

Debe dejar fijo el generador de ondas o si utilizará la mano o un lápiz, procure realizar siempre en el mismo punto la perturbación. Divida en tres partes la observación. Inicialmente coloque la cavidad al frente del generador de ondas y le pide a sus estudiantes que observen el fenómeno y luego lo dibujen la guía. Luego mueva el canal hacia el extremo derecho o izquierdo de la cubeta. Para ello desatornille los pernos utilizados en las barreras del canal, esto permitirá variar la distancia que existe entre las paredes de la cubeta y el canal, disminuya al máximo esta distancia y vuelva a atornillar los pernos. Encienda el generador de ondas y pida a los estudiantes que vuelvan a observar el fenómeno y que registren a través de un dibujo. Finalmente varíe la distancia de las barreras para que la posición del canal esté a $\frac{1}{4}$ de la distancia del otro extremo de la pared de la cubeta. Pídale a

los estudiante que observen el fenómeno y registren la observación en el recuadro de la guía.

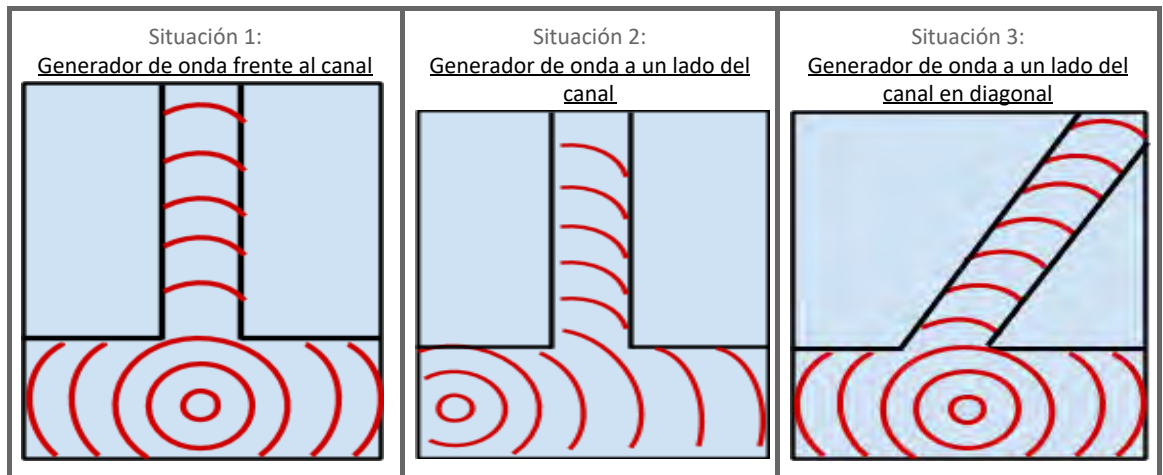
En la experimentación hay que tener en consideración las vibraciones del suelo, ya que estas generan perturbaciones dentro de la cubeta. También hay que tener en consideración las reflexiones que se generen dentro de la cubeta, ya que pueden llegar a confundir a los estudiantes. Lo que se podrá apreciar será similar a esto a la respuesta esperada de la pregunta nº2 y lo que se muestra en las siguientes fotografías.



Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:



2.- En el siguiente recuadro, dibuja las situaciones anteriores:



Estas preguntas van enfocadas a que se haga la analogía de lo que se vio con el viaje del sonido en nuestros oídos. En las líneas los estudiantes deben nombrar la situación representada, como se observa en las respuestas.



3.- ¿Cómo es posible que la onda pueda viajar por el canal recto en las tres situaciones?

- Las ondas pueden viajar a través de la cavidad ya que al tocar se genera una onda que se mueve en todas las direcciones en el agua.
- Si se hace una analogía con cómo escuchamos, se puede decir que nosotros siempre escuchamos, aunque el sonido no esté frente a nuestros oídos.
- Las ondas pueden entrar siempre a la cavidad ya que la onda se propaga y parte de esta siempre entrará al canal.



4.- ¿Existirá alguna similitud entre el canal recto y nuestro oído? Expliquen.

- Nuestro oído también es una cavidad recta, por donde viaja el sonido y luego entra.
- Nuestro oído completo es una cavidad por donde viaja el sonido, que posee más partes que permiten que podamos escuchar.

En esta pregunta hay que tener en consideración las reflexiones que se generan en la cubeta, ya que los estudiantes pueden llegar a confundirse con que el sonido “rebota” dentro del oído.

Para dar inicio a la siguiente experimentación, pídale al estudiante que analice el paso de la onda en el ejemplo del teléfono y la onda en experiencia en la cubeta y mencione que en el ejemplo del vaso con el hilo, pudimos obligar a la onda pasar por una cavidad más pequeña que la original al igual que en la cubeta con la cavidad recta, ¿se logrará el mismo efecto si cambiamos la forma de esta cavidad?

Guía A:



¡Manos a la obra!

Ahora experimentemos con una maqueta de la cóclea

Materiales:

- Cubeta de ondas.
- Canal curvo.
- Foco

¿Qué haremos?

- Sitúa la cubeta encima de dos mesas.
- Agrega agua a la cubeta.
- Colocar el canal curvo dentro de la cubeta.
- Coloca el foco bajo la cubeta de ondas.
- Enciende el foco.
- Observa la situación que el profesor realizará

Este montaje es similar al anteriormente descrito, pero en vez de utilizar el canal recto se utiliza el curvo que representa la cóclea de nuestro oído.

Guía B:



Observa el video y responde las siguientes preguntas



propagación de onda en canales

1 visualización

👍 0 🗣️ 0 ➦ COMPARTIR 📁 GUARDAR ...

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



³

Si no se dispone del canal curvo, se puede utilizar la versión B de esta guía, la cual en vez de tener la experimentación tiene un video de YouTube donde se muestra. Las preguntas son las mismas para ambas guías, solo se cambia la experimentación por la reproducción del video.

El video posee fotografías de los materiales utilizados, el respectivo montaje y la propagación de las ondas en el canal curvo y en el canal recto. Este video se puede utilizar para observar la propagación en canales rectos y curvos. Es necesario que el docente realice la explicación de los materiales a utilizar (los mencionados anteriormente) para la posterior visualización del video. Luego que finalice se responden las preguntas asociadas.

Luego de esta segunda experimentación, responde las siguientes preguntas:



5.- ¿Cómo se propaga la onda por el canal curvo? explica y dibuja.

- Se propaga igual que antes, sólo que ahora sigue la curva de la cavidad.
- Se propaga siguiendo la curva del canal.

Cierre

Las últimas cuatro preguntas de la clase se recomienda hacerlas como lluvia de ideas, para contestarlas como grupo curso y aclarar algunos términos que no quedaron claros.

³ El código QR es la codificación del siguiente link:
<https://www.youtube.com/watch?v=E00waXSNJF0&feature=youtu.be>

Proyecte la imagen del oído o pídale a los estudiantes que observen la imagen del oído presente al final de la guía y repase las partes de este. Pregunte qué forma tienen los distintos canales del oído, por ejemplo: el oído externo tiene la forma de un canal recto y la cóclea tiene forma de un canal curvo.



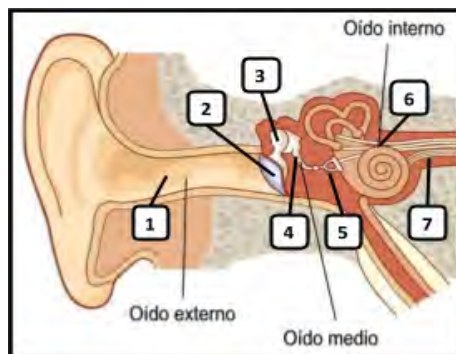
6.- ¿A qué parte de nuestro oído se asemeja la forma del canal curvo?

- El canal curvo se asemeja al oído interno.
- El canal curvo representa la cóclea, parte del oído interno.

Muestre la imagen capturada en el cierre de la clase anterior y visualice en conjunto con los estudiantes las diferencias y similitudes de la idea previa a la experimentación y la propagación dada por la experimentación. Esto se hará con la pregunta 8.



7.- Observa la imagen del oído y realice una analogía entre la cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo) y la cóclea con el montaje experimental anterior.



Donde los números indican:

1. Canal auditivo
2. Tímpano o membrana timpánica
3. Martillo
4. Yunque
5. Estribo
6. Cóclea
7. Nervios auditivos

Para esta pregunta se propone realizar una puesta en común. Primero realizar la similitud entre la propagación de ondas en el teléfono de vasos y en los canales, destacando que la onda se guía a viajar por un determinado lugar. Luego se debe hablar del trabajo realizado con los canales, donde se diga que el canal recto se asemeja al oído externo, específicamente al canal auditivo y el canal curvo se asemeja al oído interno, específicamente a la cóclea.



8.- Describe la propagación del sonido en el oído humano.

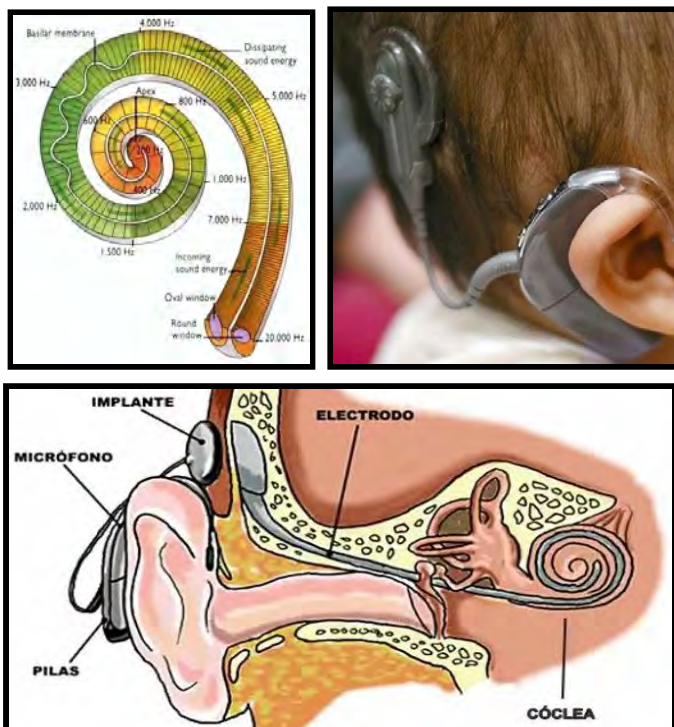
- Las ondas se propagan por cavidades o conductores (como el hilo).
- Existen dos canales en el oído, el externo que es recto y el interno que contiene fluido que es la cóclea.
- Las células ciliadas son sensibles a algunas frecuencias determinadas.

Es necesario mencionar a los estudiantes que en la pared interior de la cóclea existen las células ciliares que son las encargadas de discriminar la frecuencia propagada en esta. Aquellas células presentes en extremo inicial son las encargadas de “leer” las frecuencias más bajas, a medida que nos acercamos al final de la cóclea, las células presentes “leen” frecuencias más altas. Por otro lado se debe destacar la densidad del líquido de la cóclea, a medida que es más denso, mayor es la resistencia a propagar las ondas.

Para esta parte de la clase se propone utilizar imágenes de referencia de la cóclea e implantes cocleares, las siguientes son imágenes de referencia a utilizar. Estas imágenes pueden ser proyectadas en la pizarra.

¿Quieres saber más del oído interno y sus cavidades?

Escanea el código QR con tu celular y podrás saber un poco más.



Finalmente al leer el código QR los estudiantes se dirigen a una página donde se detallan más las partes del oído interno desde un punto de vista biológico, esto es una actividad extra a la clase.

⁴ El código QR es la codificación del siguiente link:
https://www.partesdel.com/partes_del_oido_interno.html







Guía 4: ¿Cómo crees que escuchamos?*Apoyo docente*

Nivel	1º año medio
Unidad	Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas
Tema a tratar	El oído como un transductor, sus enfermedades y métodos correctivos
Objetivos	<p>Explorar y describir el funcionamiento del oído humano, considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La recepción de ondas sonoras. - El espectro sonoro. - Sus capacidades, limitaciones y consecuencias sociales. - La tecnología correctiva
Habilidades	Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas, en forma oral y escrita.
Actitudes	- Demostrar valoración y cuidado por la salud y la integridad de las personas, evitando conductas de riesgo, considerando medidas de seguridad y tomando conciencia de las implicancias éticas de los avances científicos y tecnológicos.
Palabras claves	Oído interno, transductor, células ciliadas, propagación, onda, oído, señal eléctrica.
Indicadores de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Explican la función de las estructuras del oído (oído externo, medio e interno) en el proceso de audición del ser humano. - Describen el oído como un transductor que transforma ondas mecánicas a señales eléctricas a través de la excitación de las células ciliadas.
Tiempo estimado	2HP, aproximadamente 1h y media
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Guía del estudiante - Vídeo inicial - Maqueta de oído - Generador de onda

- Altoparlante con bastidor
- Membranas de distintos materiales

Sobre la simbología de la guía del estudiante:

Existen distintas simbologías en la guía del estudiante, las cuales representan distintas instrucciones a seguir por parte de los estudiantes

	Indica que los estudiantes deben observar el vídeo
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma individual
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma grupal
	Indica el momento de experimental o trabajar con el material de laboratorio
	Indica que el profesor debe realizar un plenario en conjunto con los estudiantes
	Indica que los estudiantes deben buscar información en internet

Guía 4: ¿Cómo escuchamos?

Nombre: _____

Curso: _____ Fecha: _____



Inicio

Se le pide a los estudiantes que se reúnan en grupo y se recuerda el significado de cada simbología. Luego se les pide que observen un video. Se recomienda iniciar el video desde los 30 segundos en adelante. Análogamente describa el video mencionando que se observa una placa que está conectada a un altoparlante que la hace vibrar. Encima de la placa se deja caer arena. Esta arena se reordena formando las figuras que se están observando, las cuales varían dependiendo de la frecuencia con la que oscila el altoparlante.



Observa el video y responde las siguientes preguntas



¿Quieres volver a ver el vídeo?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



Luego de observar el video, mencione a sus estudiantes que respondan la primera pregunta en conjunto.



1.- Las figuras presentadas en la lámina depende de la frecuencia con la que se estimula la placa ¿Qué otras variables crees tú que inciden en la formación de las distintas figuras?

- El material de la placa
- El tamaño de la placa
- El grosor de la placa
- El tamaño de los granos
- La masa de los granos

En la pregunta 2, se recomienda dar algunas características de otros materiales para guiar la respuesta de los estudiante. Por ejemplo mencionar si la placa fuera del mismo material pero más grueso ¿los granos de arena se moverían con mayor o menor facilidad?.



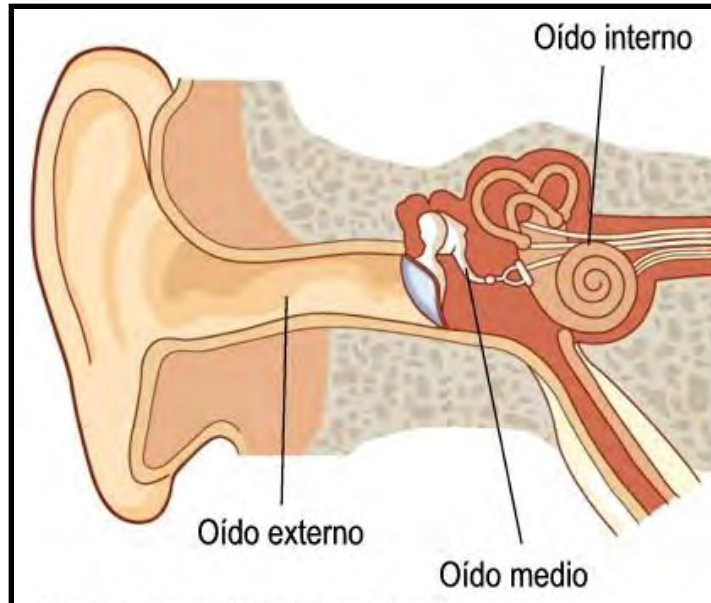
2.- Imagina si variamos el material de la placa por otro. Describe el material y responde ¿cómo se moverían los granos de arena que se disponen encima de la placa con el nuevo material? (ejemplo: si el nuevo material es más grueso o más poroso)

- Si cambiamos el material por uno más grueso, a la arena le costará más moverse.
- Si el material es más poroso, la arena saltará más, ya que el material será más liviano.
- Si cambiamos el material por uno más liviano la arena saltará más.
- No importa que material se utilice, la arena saltará siempre igual porque es la

¹ El código QR es la codificación del siguiente link: <https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=t-Bg8GiTW8M>

misma frecuencia.

Para responder la pregunta 3, se recomienda proyectar la siguiente imagen del oído y describir cada una de las partes del oído haciendo énfasis en el tímpano como una membrana que vibra cuando la onda de sonido es recibida por este:



3.- Si relacionamos lo observado con el oído, ¿qué representaría la lámina vibrante?.
Tímpano. Membrana timpánica

Desarrollo

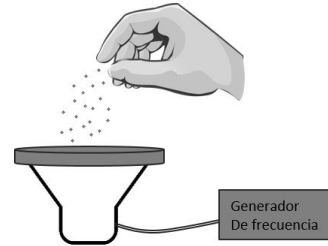
Antes de iniciar la experimentación entregue las distintas membranas a cada grupo para que identifiquen las características del material de cada una ellas. Luego Instale el generador de frecuencias al altoparlante a una frecuencia baja, del orden de 100 Hz, coloque encima del bastidor una de las membranas y encienda el generador de frecuencia. Una vez que comience a vibrar la membrana, deje caer los granos de sémola sobre la membrana. Pídale a los estudiantes que completen la tabla de la pregunta número 4 con las observaciones. Luego configure el generador de frecuencia a una más alta, del orden de los 3KHz y espere que los estudiantes registren lo observado y apague el generador de frecuencia. Cambie la membrana y repita el procedimiento anterior para ambas frecuencias.



¡Manos a la obra!
Comprendamos cómo escuchamos

Materiales:

- Membranas de distintos materiales
- Tubo con bastidor
- Altoparlante
- Generador de onda
- Sémola



¿Qué haremos?

- Conecta el altoparlante al generador de onda.
- Coloca las membranas de distintos materiales.
- Configura el generador de onda a una baja/alta frecuencia.
- Enciende el generador de onda.

Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:



4.- Enumera del 1 al 3 las características de las membranas, siendo 1 el valor más bajo y 3 el valor más alto.

Característica /membrana	Negra	Cartulina	Transparente
Tensión	2	1	3
Grosor	3	2	1
Elasticidad	2	1	3

Estas respuestas dependerán de las membranas que se utilicen, en este caso la membrana negra es un guante de cocina pintado negro y la membrana transparente es papel plástico de cocina. La respuesta a esta pregunta dependerá de los materiales utilizados para las membranas.



5.- Observa cómo vibran la sémola y descríbela en la tabla a continuación según la frecuencia y las membranas.

Frecuencia	Membrana negra	Membrana de cartulina	Membrana transparente

La respuesta de esta pregunta dependerá de la configuración del generador de frecuencia. Retome las respuestas de los estudiantes de la pregunta anterior y escriba en la pizarra las características relevantes de los materiales y la relación que tienen con el movimiento de los granos de sémola, tal como muestra a continuación:

Característica del material y movimiento de los granos

- Elasticidad → Más elástico → más fácil mover los granos
→ Menos elástico → más difícil mover los granos
- Grosor → Más grueso → más difícil mover los granos
→ Menos grueso → más fácil mover los granos
- Tensión → Mayor tensión → más fácil mover los granos
→ Menor tensión → más difícil mover los granos

Analice en conjunto con sus estudiantes la pregunta número 6, poniéndose en cada caso descrito en la pizarra. En el caso de la variable elasticidad, es más fácil mover los granos con un material más elástico. Si se realiza la analogía entre lo anterior con el tímpano, podemos decir que se escuchan mejor ciertas frecuencias, cuando el tímpano es más elástico.

En el caso del grosor, es más difícil mover los granos cuando el material es grueso. Por lo que en la audición, se requiere que el tímpano no sea muy grueso.

Finalmente en el caso de la tensión, es más fácil mover los granos cuando el material está lo suficientemente tenso, de lo contrario se hace dificultoso. Esto significa para la audición humana que el tímpano debe tener una tensión suficiente para hacerlo vibrar. Luego comente a los estudiantes que a medida que el tímpano se va engrosando o perdiendo elasticidad, las personas van perdiendo la audición.



6.- Considerando que las membranas están simulando el tímpano ¿Cuál sería la consecuencia de las variables anteriores para la audición humana?

- Si el tímpano es más grueso, costará más hacerlo vibrar. Esto provocará que escuchemos menos.
- Si el tímpano no está lo suficientemente tenso, este vibrará menos por lo que escucharíamos menos.
- Si el tímpano no es lo suficientemente elástico, este vibrará menos por lo que escucharíamos menos.

Antes de comenzar la experiencia, configure el osciloscopio en modo normal para que la señal mostrada en la pantalla perdure por más tiempo. Muestre a los estudiantes el montaje de la experiencia. Describa que se tiene un pabellón auricular (oreja), la cual va conectada a un extremo del tubo cilíndrico. Al otro extremo del tubo se encuentra una membrana tensa donde se sobrepone un altoparlante con un vástago que está tocando levemente la membrana. Finalmente el altoparlante va conectado al osciloscopio.

Para mostrar lo que ocurre en la experiencia, pida a un estudiante que se acerque al pabellón auricular y hable fuerte hacia el canal auditivo, mientras los otros estudiantes observan lo que ocurre en la pantalla del osciloscopio. Pida a un segundo estudiante que hable fuerte por el pabellón auricular hacia el canal auditivo para que los estudiantes puedan observar la señal con una frecuencia distinta.



¡Manos a la obra!

Comprendamos cómo es que escuchamos

Materiales:

- Maqueta de oído
- Osciloscopio

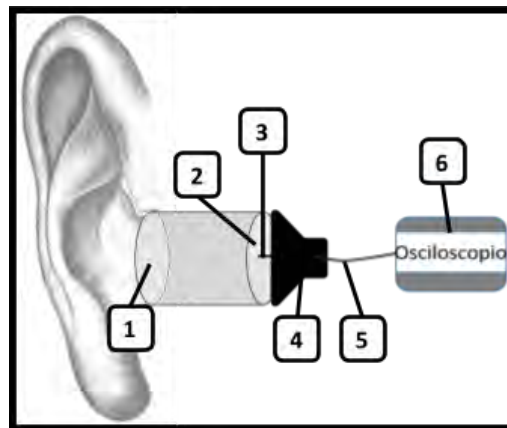
¿Qué haremos?

- Prende el osciloscopio de la maqueta.
- Acércate a la oreja y habla fuerte.
- Observa lo que ocurre en el osciloscopio.

Cierre



7.- Identifica y señala que representa cada parte de la maqueta utilizada



Donde los números indican:

1. Canal auditivo
2. Tímpano o membrana timpánica
3. Cadena de huesecillos
4. Oído interno
5. Nervios auditivos
6. Cerebro



8.- Describe detalladamente la propagación de la onda sonora desde que es emitida hasta que es recibida por el osciloscopio utilizando la anatomía del oído.

La onda sonora es emitida por las cuerdas vocales de una persona o por golpear/perturbar dos objetos. El sonido se propaga por el aire, el cual es recepcionado por la oreja (pabellón auricular), haciendo que el sonido viaje por el canal auditivo. El sonido perturba la membrana timpánica generando que vibre y haciendo que los huesecillos se muevan. Estos huesecillos perturban la cóclea, generando que su líquido se mueva y realizando la transducción del sonido a señal eléctrica. Luego esta señal viaja por los nervios auditivos y es recepcionada y leída por el cerebro.

Para iniciar la pregunta 10, se recomienda consultar a los estudiantes sobre su respuesta en la pregunta anterior y así realizar un plenario sobre la propagación de la onda sonora a través de la maqueta oído y relacionar la anatomía del oído con las partes de la maqueta, es decir, relacionar el tubo cilíndrico con el canal auditivo, la membrana con el tímpano y el vástago con la cadena de huesecillos (Martillo, Yunque y Estribo).

Para realizar la analogía del osciloscopio con la anatomía del oído, se recomienda retomar la idea de la clase anterior sobre el papel que juegan las células ciliadas en el proceso de audición humana, destacando lo siguiente:

- a) Cuando la onda sonora es propagada a través del líquido interior de la cóclea, ésta estimula a la célula ciliada, generando que las células se muevan con el paso de la onda.
- b) El movimiento o estimulación de las células ciliadas genera un impulso nervioso que viaja a través del nervio auditivo hasta el cerebro.
- c) Las células ciliadas son selectivas, puesto que sólo se estimulan con una frecuencia determinada que va de los 20 Hz a los 20.000 Hz
- d) La célula ciliada es la encargada de transformar una onda mecánica a una señal eléctrica.

Posteriormente se retoma el rol del osciloscopio dentro de la maqueta oído y se destaca que éste recibe, a través del altoparlante, una onda mecánica la cual es transformada por el osciloscopio a una señal eléctrica que se puede observar en la pantalla. Con lo que finalmente se concluye que el osciloscopio simula el rol de las células ciliadas y esta transformación de ondas, se denomina transducción; por lo que el oído interno en conjunto es un transductor de ondas.

Para ejemplificar lo que es un transductor se recomienda analizar el ejemplo de la clase anterior sobre el teléfono de vasos y mencionar que éste recibe por un vaso una onda de tipo mecánica y longitudinal, luego al pasar por el hilo se transforma a una onda mecánica transversal y finalmente se transforma en una onda mecánica longitudinal cuando es

recibida por el otro vaso. A continuación se le pide a los estudiantes que tomen apuntes del plenario anterior.



9.- ¿Cómo se relaciona la señal mostrada en el osciloscopio con lo que pasa en el oído interno?

- En el oído interno se encuentran las células ciliadas, las cuales se mueven con distintas frecuencias. Este movimiento genera que la onda mecánica que se propaga a través del líquido de la cóclea se transforme a una señal eléctrica.

El siguiente párrafo está para que los estudiantes tengan un refuerzo de la explicación anterior.

¿Cómo escuchamos?

El oído está dividido en tres partes, el oído externo, medio e interno. El oído externo consta del pabellón auricular (oreja) y el canal auditivo, el oído medio empieza desde el tímpano hasta la juntura que se tiene la cadena de huesecillos con la cóclea y el oído interno consta de la cóclea, que en su interior se encuentra el líquido coclear y las células ciliadas adheridas a su pared, y el nervio auditivo.

Cuando la onda sonora es emitida, entra por el oído externo y se propaga por el canal auditivo hasta incidir en el tímpano, lo cual provoca que este mueva la cadena de huesecillos con la misma frecuencia de la onda incidente. Cuando el Yunque mueve a la cóclea, produce que el líquido en su interior se mueva con la misma frecuencia.

Las células ciliadas que se encuentran en la pared de la cóclea. Estas células son selectivas puesto que se mueven sólo con una frecuencia determina, por lo que la onda que se propaga a través de la cóclea, sólo es capaz de estimular sólo a aquellas células que pueden “leer” la frecuencia que se está propagando. El movimiento de estas células producen un impulso nervioso que se propaga hasta el cerebro como una señal eléctrica. A este proceso se le denomina transducción, puesto que las células ciliadas transforman una onda mecánica a una de tipo eléctrica.

¿Quieres repasar parte de lo aprendido en estas clases?

Escanea el código QR con tu celular y podrás ver un vídeo del oído.



² El código QR es la codificación del siguiente link: <https://www.youtube.com/watch?v=PuC1BDFUq2I>

Evaluación final: Audición y sonido

¡Demostremos lo aprendido!

1º medio
Apoyo docente

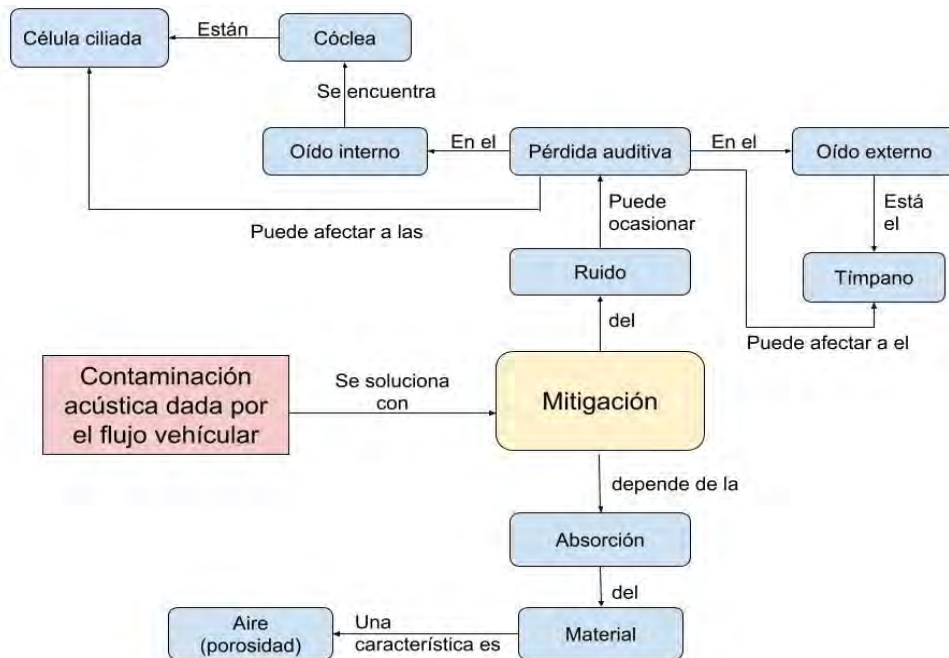


Nivel	1º año medio
Unidad	Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas
Tema a tratar	Audición y sonido
Objetivos	Aplicar y sintetizar lo aprendido de audición y sonido.
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Sintetizar lo aprendido en la secuencia de aprendizaje. - Relacionar los conceptos a través de conectores. - Jerarquizar los conceptos aprendidos. - Relacionar los conceptos aprendidos con situaciones problemas.
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad.
Palabras claves	sistema auditivo, transductor, contaminación acústica, onda sonora.
Indicadores de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterizan las ondas sonoras - Caracterizan y describen el umbral de audición sonora. - Explican la función de las estructuras del oído (oído externo, medio e interno) en el proceso de audición del ser humano. - Describen el oído como un sistema capaz de recibir algunas frecuencias sonoras para transformarlas en impulsos eléctricos. - Sintetizan y organizan los conceptos realizando la telaraña.
Tiempo estimado	2HP, aproximadamente 1h y media
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Indicaciones al estudiante - Materiales de diversa naturaleza (distintos tipos de papeles, palitos de maqueta, pegamentos, tijeras, plastilina, etc)

Antes de responder lee atentamente las instrucciones. En esta evaluación demostrarás tus conocimientos sobre sonido y audición.

Al momento de entregar las instrucciones generales, se debe mencionar que ellos tienen a libre disposición todos los materiales, por lo que deben ser conscientes con los compañeros y compartir dichos materiales. Por otro lado se debe destacar que la telaraña es un mapa conceptual no estructurado, es decir, la disposición de los conceptos es a libre elección pero la jerarquización de los conceptos debe ser clara; se debe destacar el concepto central, los conectores y los conceptos secundarios.

Esta telaraña tiene por objetivo la solución de una situación problema, por lo que el concepto central (C) será la problemática planteada, acompañada de un concepto central (c) de la lista que tendrá una jerarquía mayor y será el inicio de la solución. Para elegir el concepto central (c) se debe tener en consideración la cantidad de información que puede abordar desde dicho concepto, por lo que el concepto central (c) debe ser el más general de todos. Por ejemplo si se toma como concepto central "amarillo", se puede conectar menos conceptos que si se toma como concepto central "color" ya que "amarillo" es un concepto más específico que el concepto "color". Luego de escoger el concepto central (c), se debe ir conectando aquellos conceptos que estén directamente relacionados, los cuales llamaremos conceptos secundarios y a estos se le conectarán aquellos conceptos que son más específicos y así sucesivamente hasta llegar a aquellos conceptos que ya no se puede relacionar con otro concepto como lo sería un ejemplo.



Se sugieren las siguientes situaciones problemas:

- Contaminación acústica dada por el flujo vehicular y sus efectos.
- Contaminación acústica dada por construcciones y sus efectos.
- Contaminación acústica dada por fábricas y sus efectos.
- Contaminación acústica dada por recintos educacionales y sus efectos.
- Contaminación acústica dada por conciertos y eventos masivos y sus efectos.
- Pérdida auditiva de las personas generadas por efecto de la contaminación acústica.
- Pérdida auditiva de las personas generada por envejecimiento.
- Rotura del tímpano, causas y consecuencias.
- Mal funcionamiento de las células ciliadas, causas y consecuencias.

Instrucciones:

Esta evaluación la realizarán en grupos de 3 hasta 5 personas, utilizarás los materiales que existen a tu disposición, como cartulinas, tijeras, pegamentos, palillos, plastilina, lápices de colores, etc. para realizar una **telaraña** donde relacionarás conceptos aprendidos en la unidad de audición y sonido para solucionar una problemática que el profesor les indicará.

Para la construcción de la telaraña deberás tener en consideración la **jerarquización** de los conceptos, es decir, la organización e importancia que tuvieron los distintos conceptos en el desarrollo de la unidad. El concepto central debe ser la problemática dada, acompañada de un segundo concepto central, el cual debe ser el concepto macro para abordar la solución a la problemática. También deben tener presente la conexión que tienen los conceptos, el cómo se relacionan. Sé limpio al momento de trabajar para que tenga buena presentación, esta será considerada al momento de la evaluación final.

Debes usar al menos 10 conceptos de la lista a continuación. Recuerda que la evaluación se debe entregar al término de la hora de clases. ¡Suerte!

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Onda | 14. Nodo |
| 2. Sonido | 15. Antinodo |
| 3. Oído interno | 16. Longitud de onda |
| 4. Oído medio | 17. Frecuencia |
| 5. Oído externo | 18. Cóclea |
| 6. Mitigación | 19. Líquido |
| 7. Material | 20. Canal |
| 8. Absorción | 21. Célula Ciliada |
| 9. Tímpano | 22. Transductor |
| 10. Métodos correctivos | 23. Señal eléctrica |
| 11. Aire | 24. Pérdida auditiva |
| 12. Onda mecánica | 25. Sistema auditivo |
| 13. Ruido | 26. Oído |

Rúbrica de evaluación

Criterio	3 puntos (>80%)	2 puntos (80% - 50%)	1 punto (<50%)	Puntaje obtenido
Conceptos utilizados	Utiliza los conceptos mínimos solicitados.	Utiliza menos de 8 conceptos.	Utiliza menos de 5 conceptos	
Conexión entre conceptos	Los conectores utilizados son coherentes y precisos, por lo que conexión de las ideas quedan claras.	Los conectores utilizados son coherentes pero no precisos. La conexión de las ideas quedan claras. Algunas conexiones son erróneas.	Los conectores utilizados no son coherentes, lo cual dificulta la conexión clara de las ideas.	
Prolijidad del trabajo	Se distinguen los conectores, los conceptos y la unión de estos con facilidad.	Se distinguen con dificultad los conectores, los conceptos y la unión de estos.	No se distinguen los conectores, los conceptos y la unión de estos.	
Orden de los conceptos	Se distingue el concepto central, de los conceptos secundarios, el cual puede ser desglosado utilizando diferentes conceptos hasta finalizar en el último concepto que concluye la idea.	Desglosa la idea central finalizando con un concepto que puede ser desglosado. Algunos conceptos no se encuentran bien ordenados según su jerarquía.	No se distingue un concepto central, las conexiones no son las más adecuadas.	
Construir la telaraña conducente con la situación problema	Construye una telaraña apto para la solución de la situación de problema.	Construye la telaraña necesitando la asesoría del docente.	Construye una telaraña que no soluciona la situación problemática.	

Observaciones:

Rúbrica de evaluación

Criterio	3 puntos (>80%)	2 puntos (80% - 50%)	1 punto (<50%)	Puntaje obtenido
Conceptos utilizados	Utiliza los conceptos mínimos solicitados.	Utiliza menos de 8 conceptos.	Utiliza menos de 5 conceptos	
Conexión entre conceptos	Los conectores utilizados son coherentes y precisos, por lo que conexión de las ideas quedan claras.	Los conectores utilizados son coherentes pero no precisos. La conexión de las ideas quedan claras. Algunas conexiones son erróneas.	Los conectores utilizados no son coherentes, lo cual dificulta la conexión clara de las ideas.	
Prolijidad del trabajo	Se distinguen los conectores, los conceptos y la unión de estos con facilidad.	Se distinguen con dificultad los conectores, los conceptos y la unión de estos.	No se distinguen los conectores, los conceptos y la unión de estos.	
Orden de los conceptos	Se distingue el concepto central, de los conceptos secundarios, el cual puede ser desglosado utilizando diferentes conceptos hasta finalizar en el último concepto que concluye la idea.	Desglosa la idea central finalizando con un concepto que puede ser desglosado. Algunos conceptos no se encuentran bien ordenados según su jerarquía.	No se distingue un concepto central, las conexiones no son las más adecuadas.	
Construir la telaraña conducente con la situación problema	Construye una telaraña apto para la solución de la situación de problema.	Construye la telaraña necesitando la asesoría del docente.	Construye una telaraña que no soluciona la situación problemática.	

Observaciones:

Construcción del material

Sonido y audición *Apoyo al docente*

En este documento se encuentran las especificaciones de todas las construcciones de los montajes asociados a la propuesta de aprendizaje "*Sonido y Audición*" para el curso de 1ºEM. Estas indicaciones son dirigidas al docente, para que pueda realizar la construcción de los montajes asociados a las clases propuestas.

Índice

Índice	1
Para la construcción del generador de ondas	3
Materiales	3
Procedimiento	3
Versión original entregada con la compra del generador XR2206	3
Versión adaptada	6
Otras especificaciones del XR2206	9
Características del XR2206	9
Especificaciones	10
Para la construcción del amplificador de ondas	10
Materiales	10
Procedimiento	10
Para la construcción de las cajas	11
Materiales	11
Procedimiento	11
Caja de Poliestireno expandido	11
Caja de cartón	12
Caja de esponja	13
Caja policarbonato	14
Caja tipo termopanel	16
Caja de cartón de huevos	17
Para la construcción de la cubeta de ondas	18
Materiales	18
Indicaciones generales	19
Procedimiento	19
Para la construcción del canal recto	20
Materiales	20
Procedimiento	20
Para la construcción del canal curvo	21
Materiales	21
Indicaciones generales	22
Parámetros de la impresora 3D	22
Procedimiento	22
	1

Para la construcción de las membranas	23
Materiales	23
Indicaciones generales	23
Procedimiento	23
Para la construcción de la maqueta de oído	25
Materiales	25
Indicaciones generales	25
Procedimiento	25
Interior del sistema auditivo	25
Oreja	25

Para la construcción del generador de ondas

Materiales

- Generador de ondas XR2206
- Soldadura de estaño
- Cautín
- Alicates
- Ayudante
- Altoparlante

Procedimiento

La construcción del generador de ondas XR2206 viene adjunta con las piezas del generador, se adjunta las instrucciones originales y las adaptadas al español.

Este generador de frecuencia se conecta al amplificador de onda.

Versión original entregada con la compra del generador XR2206

XR2206 Function Generator manual install

1. Function Generator component layout diagram

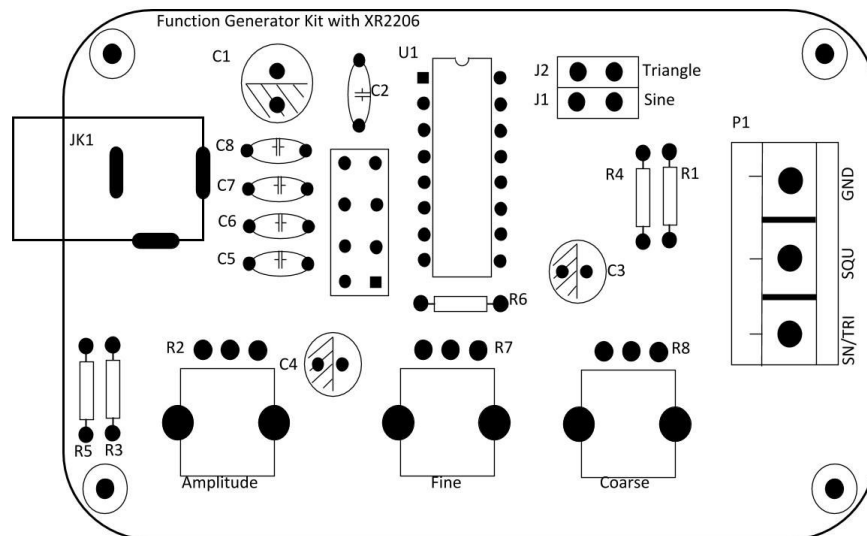


Figura 1: Diagrama del circuito del generador de ondas

2. The Function Generator component parament table

Note	Label	Type	Parameters
R1	Resistor	1K	Regardless of the polarity
R2	Adjustable resistance	B503 = 50K	(by screen printing layer)
R3, R5, R6	Resistor	5.1K	Regardless of the polarity
R4	Resistor	330	Regardless of the polarity
R7	Adjustable resistance	B503 = 50K	(by screen printing layer)
R8	Adjustable resistance	B104 = 100K	(by screen printing layer)
C1	Electrolytic capacitor	100UF	The positive long feet
C2	Non-polar capacitors	104	Regardless of the polarity
C3, C4	Electrolytic capacitor	10UF	The positive long feet
C5	Non-polar capacitors	105	Regardless of the polarity
C6	Non-polar capacitors	473	Regardless of the polarity
C7	Non-polar capacitors	222	Regardless of the polarity
C8	Non-polar capacitors	101	Regardless of the polarity
U1	IC	XR2206	(by screen printing layer)
JK1	DC POWER		(by screen printing layer)
J1	2 PIN Jumper cap	XM2.54	Regardless of the polarity
J2	2 PIN Jumper cap	XM2.54	Regardless of the polarity
P1	Signal wire terminal		(by screen printing layer)
J3	2*5P Jumper cap		

3. The welding installation considerations, follow these steps:

1. The components are welding the front board, from low to high principles, namely the first low welding components, such as, capacitor, resistor, diode, etc.
2. Welding IC socket, terminal blocks, finally power socket, adjustable potentiometer.
3. The back with a diagonal cutting pliers to cut short the pins a far as possible.

4. Debugging steps:

1. After completion of welding on IC, XR2206, pay attention to the direction of IC, insert the might damage the chip!
2. Check the IC whether against, such as anti please timely correction.
3. Insert the power supply fot 5.5*2.1 port, Center positive/barrel negative, for 9 - 12 V power supply voltage. Supply more than 12V, the output waveform is unstable.

5. Using the step:

1. J1 jumper cap plug in, SIN/TRI blue terminals output sine wave (note J1, J2, can only insert one of).
2. J2 jumper cap plug in, SIN/TRI blue terminals output triangular wave (note J1, J2 can only insert one of).
3. SQU blue terminals output pulse.
4. AMP: sine wave, triangle wave amplitude adjustment.
5. FINE: Frequency fine a adjustment.
6. Coarse: Frequency of coarse adjustment.

6. Schematic diagram of Function Generator

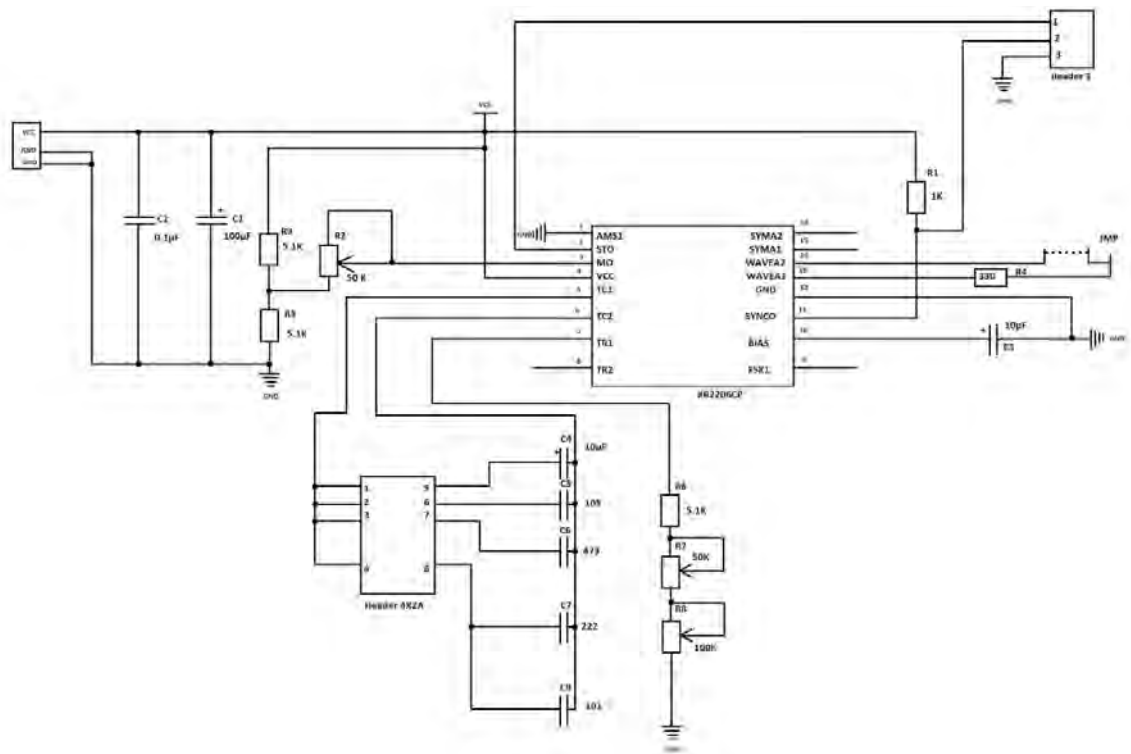


Figura 2: Circuito generador de ondas

Versión adaptada

Instalación manual de generador de funciones XR2206

1. Diagrama de disposición de los componentes del generador de funciones

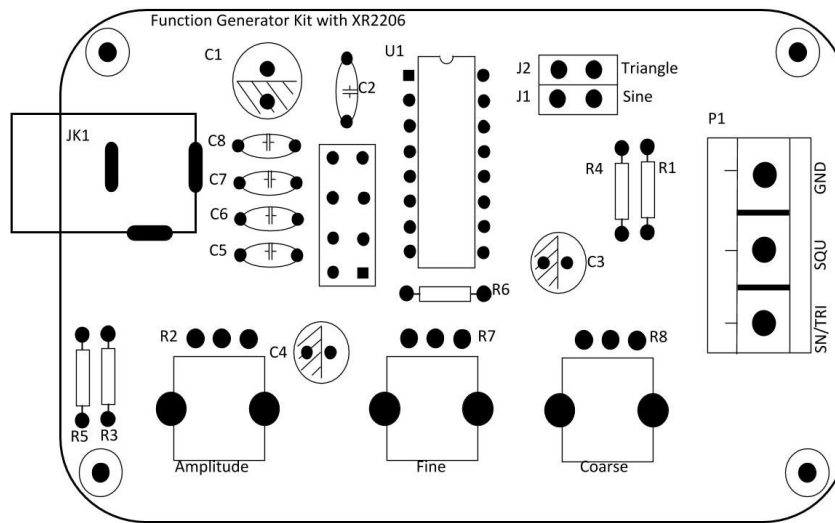


Figura 3: Diagrama del circuito del generador de ondas

2. Tabla de parámetros de los componentes del generador de funciones

Nota	Etiqueta	Tipo	Parámetros
R1	Resistencia	1K	Independiente de la polaridad
R2	Resistencia ajustable	B503 = 50K	(Señalado en la placa)
R3, R5, R6	Resistencia	5.1K	Independiente de la polaridad
R4	Resistencia	330	Independiente de la polaridad
R7	Resistencia	B503 = 50K	Independiente de la polaridad
R8	Resistencia ajustable	B104 = 100K	Independiente de la polaridad
C1	Capacitor electrolítico	100UF	Pata larga positiva
C2	Condensadores no polarizados	104	Independiente de la polaridad
C3, C4	Condensador electrolítico	10UF	Pata larga positiva
C5	Condensadores no polarizados	105	Independiente de la polaridad
C6	Condensadores no polarizados	473	Independiente de la polaridad
C7	Condensadores no polarizados	222	Independiente de la polaridad

C8	Condensadores no polarizados	101	Independiente de la polaridad
U1	Circuito integrado	XR2206	(Señalado en la placa)
JK1	Fuente de corriente continua		(Señalado en la placa)
J1	Jumper	XM2.54	Independiente de la polaridad
J2	Jumper	XM2.54	Independiente de la polaridad
P1	Terminal de señal		(Señalado en la placa)
J3	Jumper		

3. Consideraciones para el momento de soldar, siga estos pasos:

1. Soldar los componentes desde los bajos hasta los altos, es decir, soldar primero los condensadores, resistencias, diodos, etc.
2. Soldar por la parte inferior de la placa el conector de alimentación, luego soldar los potenciómetros a la placa.
3. Utilizar un alicate de corte diagonal para cortar los excedentes de los condensadores y resistencias lo más a ras posible.

4. Pasos de limpieza:

1. Después de terminar de soldar la fuente de corriente continua se debe tener cuidado con la dirección en que se coloque el circuito integrado. Si se inserta mal se podría dañar.
2. Verificar si se insertó el circuito integrado de forma correcta, sino corregir.
3. Inserte la fuente de poder en el puerto 5.5*2.1. Centro positivo/negativo para una fuente de 9 a 12V. Si suministra más de 12V la onda de salida se vuelve inestable.

5. Pasos para el uso:

1. Colocar el jumper J1 en los terminales azules SIN/TRI los cuales son terminales de salida sinusoidal (SIN) o triangular (TRI) (nota: solo se puede colocar uno de los jumpers J1 y J2).
2. Pulsador de salida de terminales SQU.
3. AMP: Onda senoidal, ajuste de amplitud de onda triangular.
4. FINE: Ajuste de frecuencia de forma fina (ajuste más preciso).
5. Grueso: Ajuste de frecuencia de forma grueso (ajuste menos preciso).

6. Diagrama esquemático del generador de funciones:

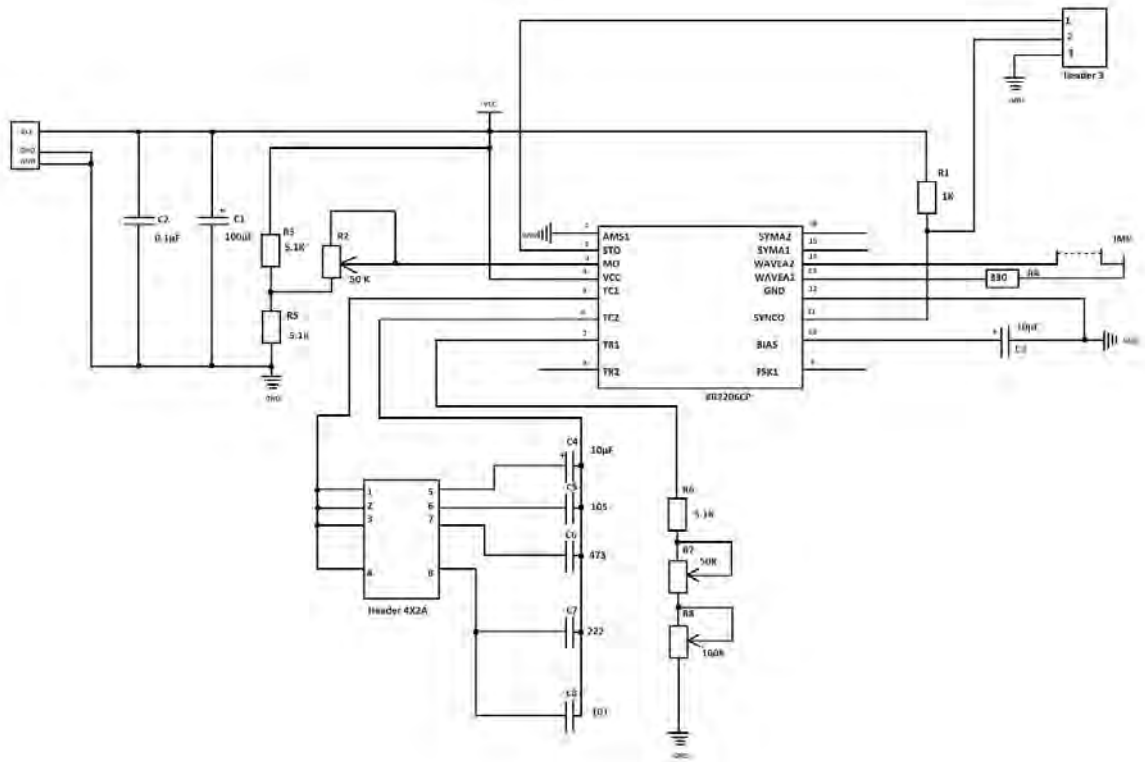


Figura 4: Circuito generador de ondas

Otras especificaciones del XR2206

Características del XR2206

- Puede producir onda sinusoidal, onda triangular, onda cuadrada.
- La frecuencia puede ser de 1 Hz-1 MHz
- Frecuencia de amplitud ajustable.
- Cinco Resolución de precisión.
- Ajuste de frecuencia con grueso y fino.
- Fuente de alimentación, puedes usar una fuente de alimentación externa 9-12 V.
- Todos los componentes en línea, un pequeño número de componentes, instalación y puesta en marcha simple.

Especificaciones

- Tensión de alimentación: 9-12 V DC entrada.
- Formas de onda: cuadrado, sinusoidal y triángulo.
- Impedancia: 600 Ohm + 10%
- Frecuencia: 1Hz-1 MHz.
- Onda sinusoidal:
 - Amplitud: 0-3 V a 9 V DC entrada
 - Distorsión: inferior al 1% (a 1 kHz)
 - Llanura: + 0.05dB 1Hz-100 kHz
- Onda cuadrada:
 - Amplitud: 8 V (sin carga) a 9 V entrada DC
 - Tiempo de subida: menos de 50ns (a 1 kHz)
 - Tiempo de caída: menos de 30ns (a 1 kHz)
 - Simetría: inferior al 5% (a 1 kHz)
- Onda triangular:
 - Amplitud: 0-3 V a 9 V DC entrada
 - Linealidad: menos del 1% (hasta 100 kHz) 10mA
- Tamaño de PCB: aproximadamente 6,10*4,50 cm/2,40 "* 1,77"

Para la construcción del amplificador de ondas

Materiales

- Fuente de poder 9V
- Resistencia
- Condensador
- Diodo 2N3904
- Soldadura
- Diodo 2N3906
- Placa pre perforada
- Soportes plásticos
- Cautín

Procedimiento

Utilizando los materiales anteriores, se realiza el siguiente circuito:

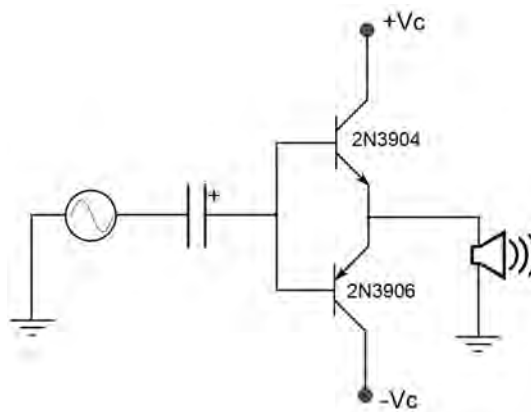


Figura 5: Circuito amplificador de ondas

Para la construcción de las cajas

Materiales

- Pistola de silicona
- Silicona líquida
- Cola de pegar
- Papel adhesivo
- Corta Cartón
- Tijeras
- Alicata
- Sierra
- Encendedor
- Alambre
- Regla
- Cartón corrugado o de panal
- Esponja
- Poliestireno expandido
- Policarbonato o acrílico
- Varas plásticas
- Topes de madera

Procedimiento

Las cajas construidas deben ser cubos de arista 30cm interiormente, por lo que se debe tener cuidado con los materiales de gran grosor, como el poliestireno expandido y la esponja.

Caja de Poliestireno expandido

1. Medir el grosor de la plancha de poliestireno.
2. Marcar 6 cuadrados de 30 cm más el grosor de la plancha.
3. Calentar el corta cartón y cortar los cuadrados.
4. Pegar con la cola 5 cuadrados formando una caja sin tapa. Tener cuidado en que coincidan los bordes de los cuadrados.

5. Para construir la tapa recortar los excedentes de forma que encaje perfectamente con la caja.

La caja debe ser similar a la que se muestra en la figura 6.



(a)

(b)

Figura 6: Caja poliestireno expandido

Caja de cartón

1. Marcar 6 cuadrados de 30 cm en la plancha de cartón.
2. Cortar con el corta cartón y ayuda de la regla los cuadrados.
3. Con la pistola de silicona pegar 5 cuadrados de cartón formando una caja sin tapa. Tener cuidado en que coincidan los bordes de los cuadrados.
4. Para el último cuadrado pegar un trozo de cartón para que la tapa quede encajada como se muestra en la figura 7. También colocar una manilla.

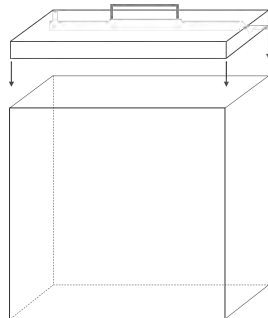
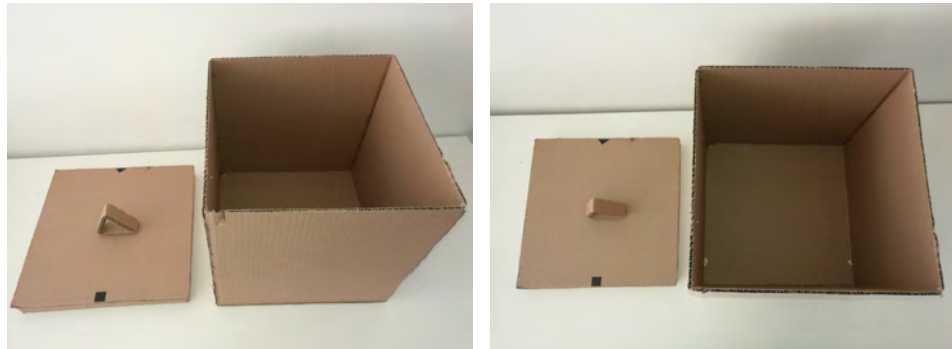


Figura 7: Diagrama de la tapa de la caja

5. Para mayor seguridad de la caja colocar en todas las aristas papel adhesivo.

La caja debe ser similar a la que se muestra en la figura 8.



(a)

(b)

Figura 8: Caja de cartón

Caja de esponja

Lo ideal es que esta caja se construya con planchas de esponja, sin embargo también se puede construir con ladrillos de esponja. A continuación se explican las dos construcciones.

Para construir con plancha de espuma:

1. Medir el grosor de la plancha de espuma.
2. Marcar 6 cuadrados de 30 cm más el grosor de la plancha.
3. Cortar los cuadrados con corta cartón o tijeras.
4. Atravesar los cuadrados de espuma con alambre para darle rigidez a los cuadrados.
5. Pegar con la silicona líquida 5 cuadrados formando una caja sin tapa. Tener cuidado en que coincidan los bordes de los cuadrados.
6. Para construir la tapa recortar los excedentes de forma que encaje perfectamente con la caja.

Para construir con ladrillos:

1. Medir las dimensiones de los ladrillos.
2. Formar caras de 30 cm más el grosor de los ladrillos. Como se muestra en la figura 9.

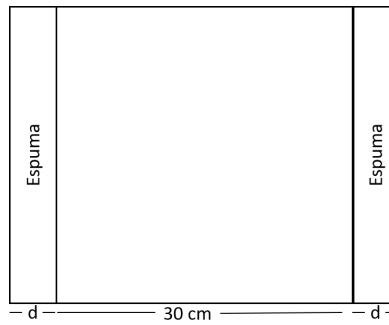


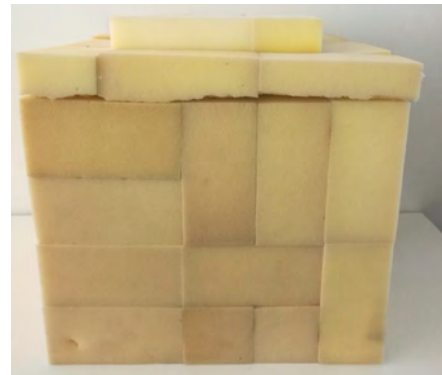
Figura 9: Diagrama para construcción caja de espuma

3. Para poder formar los cuadrados se utiliza el alambre para atravesar los ladrillos, formando una red.
4. Luego fijar los ladrillos unos a los otros con la silicona líquida.
5. Pegar con la silicona líquida los 5 cuadrados formando una caja sin tapa. Tener cuidado en que coincidan los bordes de los cuadrados.
6. Para construir la tapa recortar los excedentes de forma que encaje perfectamente con la caja.

La caja debe ser similar a la que se muestra en la figura 10.



(a)



(b)

Figura 10: Caja de esponja

Caja policarbonato

1. Marcar 6 cuadrados de 30 cm en la plancha de policarbonato.
2. Marcar 12 varas de 30 cm de largo en las varas plásticas.
3. Cortar los cuadrados con la sierra y ayuda de la regla.

4. Con la pistola de silicona pegar las varillas en las aristas de un cuadrado de policarbonato.
5. Pegar los cuadrados faltantes en las varillas, como muestra la figura 11, formando una caja sin tapa. Tener cuidado en que coincidan los bordes de los cuadrados.

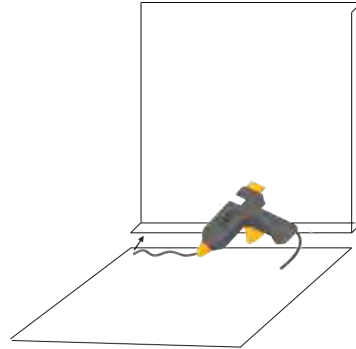


Figura 11: Diagrama de construcción caja de policarbonato

6. Para mayor firmeza de la caja pegar con la pistola de silicona las varas de plástico en las aristas de la caja.
7. Para el último cuadrado que queda pegar las varas como se muestra en la figura 12, para que esta cierre correctamente. También colocar una manilla.

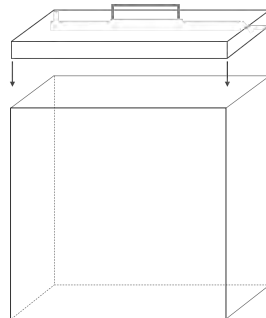
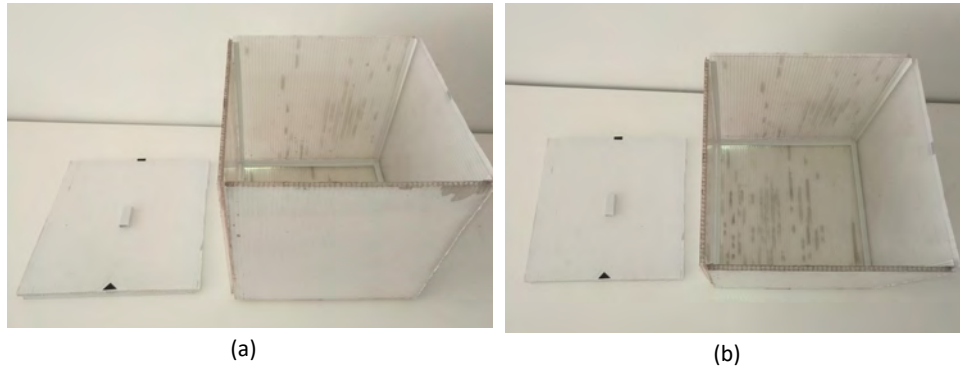


Figura 12: Diagrama de la tapa de la caja

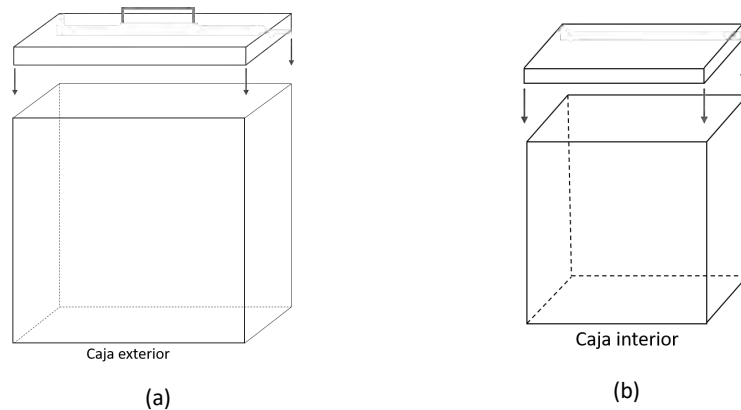
La caja debe ser similar a la que se muestra a continuación:



(a) (b)
Figura 13: Caja de policarbonato

Caja tipo termopanel

1. Para la parte interna de esta caja realizar la misma construcción que en una caja de cartón pero sin manilla.
2. Para la parte externa realizar marcar 6 cuadrados de 34 cm en la plancha de cartón.
3. Cortar los cuadrados con el corta cartón y ayuda de la regla.
4. Con la pistola de silicona pegar 5 cuadrados de cartón formando una caja sin tapa. Tener cuidado en que coincidan los bordes de los cuadrados.
5. Para el último cuadrado que queda, pegar solapas como se muestra en la figura 14. También colocar una manilla.



(a) (b)
Figura 14: Diagrama de tapa de la caja tipo termopanel

6. Para encajar las cajas utilizar 4 topes de maderas de 2 cm de alto por cara de la caja. Esto se ilustra en la figura 15.

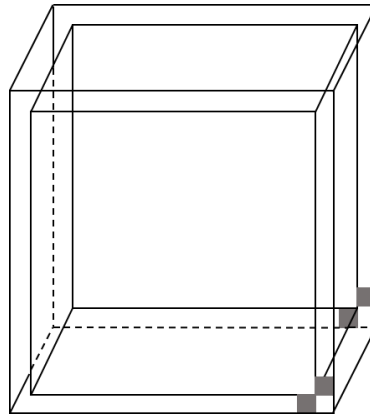
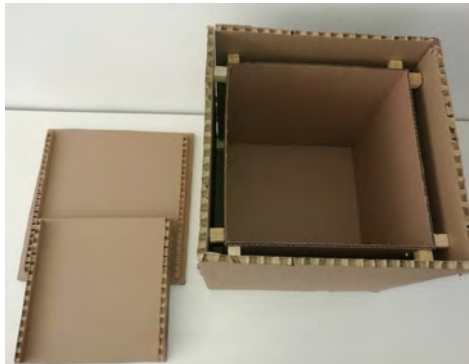


Figura 15: Diagrama caja tipo termopanel

La caja debe ser similar a la que se muestra en la figura 15



(a)



(b)

Figura 15: Caja tipo termopanel

Caja de cartón de huevos

1. Marcar 6 cuadrados de 30 cm en la plancha de cartón de caja de huevo. Si no se tiene una plancha de estas dimensiones, se debe pegar hasta alcanzar las medidas necesarias.
2. Cortar con el corta cartón y ayuda de la regla los cuadrados.
3. Con la pistola de silicona pegar 5 cuadrados de cartón formando una caja sin tapa. Tener cuidado en que coincidan los bordes de los cuadrados.
4. Para el último cuadrado que queda pegar solapas como se muestra en la figura 16. También colocar una manilla.

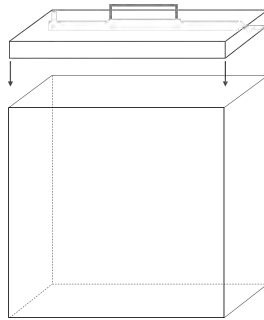


Figura 16: Diagrama de la tapa de la caja

5. Cubrir todos los agujeros que se hayan generados con piezas de cartón de caja de huevo y silicona caliente.
6. Para mejorar la presentación de la caja pintar con pintura en aerosol.

La caja debe ser similar a la que se muestra en la figura 17.

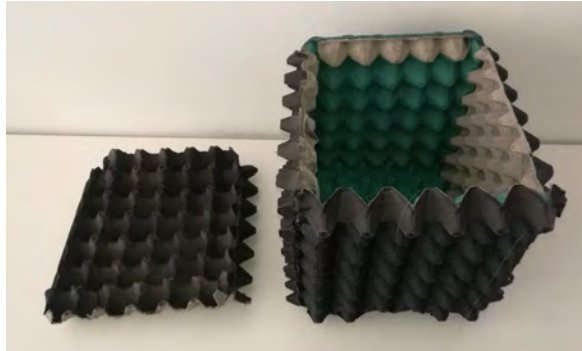


Figura 17: Caja de cartón de huevos

Para la construcción de la cubeta de ondas

Materiales

- Acrílico de 4mm de espesor
- Acrílico de 3mm de espesor
- Pegamento para acrílico
- Barra de metal o vidrio pequeño para aplicar el pegamento
- Cloroformo
- Cortadora
- Prensas para esquinas
- Trozos de acrílico

Indicaciones generales

El acrílico se consigue en tiendas comerciales y se puede pedir una plancha de acrílico o con las dimensiones que se necesitan. Si se cuenta con una cortadora láser se recomienda pedir la plancha de acrílico y cortarla con esta herramienta para que las terminaciones sean más pulcras, de no ser así se recomienda pedir el acrílico con las dimensiones que se necesitan.

El pegamento para acrílico se consigue en tiendas comerciales o se puede fabricar. Para la fabricación se requiere de trozos de acrílico (que no se necesiten) y cloroformo. Junte ambos materiales en un envase de vidrio y revuelva la mezcla con una varilla de vidrio hasta que quede homogénea.

Procedimiento

1. Cortar la plancha de acrílico de 4mm de espesor con dimensiones de 60x40 cm.
2. Cortar la plancha de acrílico de 3mm de espesor dos tiras de 60x5 cm y dos tiras de 40x5 cm.
3. Retire el plástico protector de un lado de las piezas.
4. Con ayuda de las prensas de esquina, armar un rectángulo con las tiras, tal como muestra la figura 18.

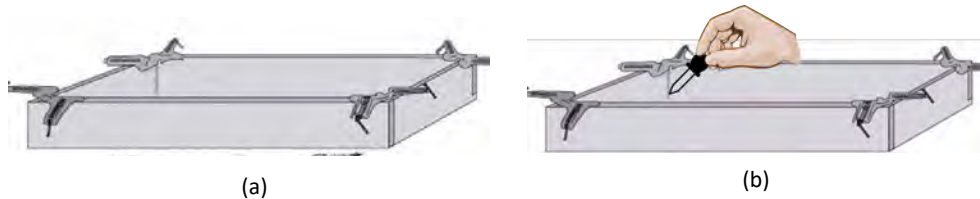


Figura 18: Construcción cubeta de ondas

5. Con un gotario sacar pegamento del envase de vidrio.
6. Distribuya el pegamento uniformemente por cada una de las orillas como muestra la figura 18 (b).
7. Dejar secar por 24 horas.

Para pegar la base:

8. Sacar las prensas de esquina.
9. Con un gotario sacar pegamento del envase de vidrio y distribuir uniformemente por las orillas como muestra la figura 19 (a).

10. Pegar la base como muestra la figura 19.

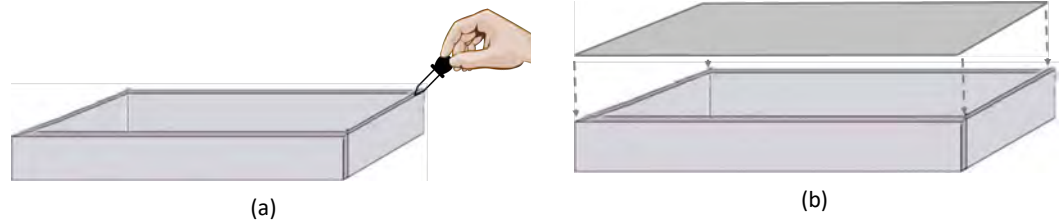


Figura 19: Construcción cubeta de ondas

La cubeta debe ser similar a la que se muestra en la figura 20.



Figura 20: Cubeta de ondas

Para la construcción del canal recto

Materiales

- Acrílico de 3mm de espesor
- Cortadora
- Pegamento para acrílico
- Prensas de esquina
- Gotario
- Envase de vidrio
- Varilla de vidrio
- Pernos
- Tuercas
- Golillas

Procedimiento

1. Con el acrílico de 3mm, cortar 2 piezas (40 cm) de y 2 piezas de (10 cm).

2. En la pieza (chica) de corte una rendija de 8cm a 1cm del borde superior.
3. Sitúe 1 pieza de (grande) y otra de (chica) en una prensa de esquina como muestra la figura 21.

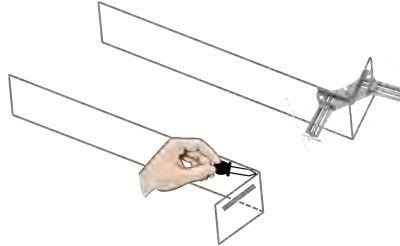


Figura 21: Diagrama construcción canales rectos

4. Con un gotario pegue la esquina.
5. Repita los pasos 3 y 4 con las otras piezas de (grande y chica).
6. Deje secar por 24 horas.

Los canales deben ser similares a los que se muestran en la figura 22.

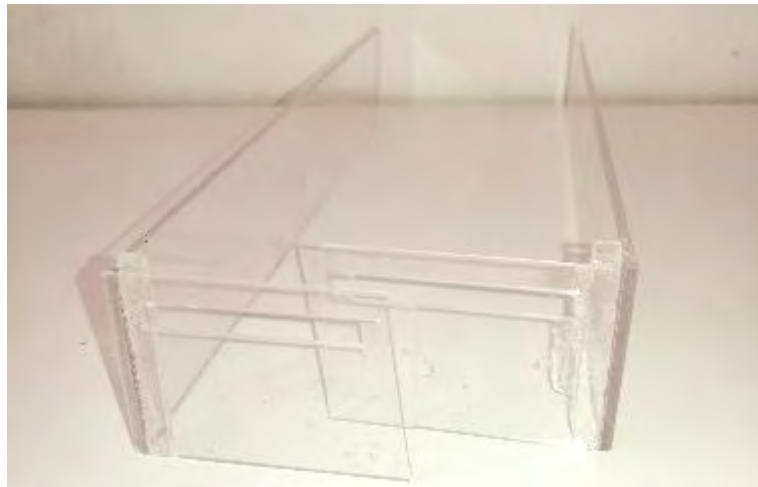


Figura 22: Canales rectos

Para la construcción del canal curvo

Materiales

- Impresora 3D: *Flash Forge Dreamer*
- Material para la impresión, PLA
- Software compatible compatible con la impresora

- Software *Matlab* o similar
- Pegamento epóxico

Indicaciones generales

El programa a utilizar para hacer el diseño 3D de la pieza es *Matlab*, sin embargo existen otros software similares en donde se pueden realizar construcciones en 3D, que es lo necesario.

La impresora utilizada es de la marca *FlashForge dreamer 3D printer*, la cual posee una página web donde se encuentra publicado los distintos modelos de impresoras, el manual de uso y el software para poder utilizar la impresora, toda esta información es de libre acceso.

Parámetros de la impresora 3D

- Longitud del filamento: Extrusor izquierdo 38,21 (m)
- Densidad del material: 1,24 (g/cc)
- masa: 113,96 (g)
- Alto de capa: 0,18(mm)
- Alto primera capa: 0,27(mm)
- Estructura perimetral: 2
- Estructura sólida superior: 3
- Estructura sólida inferior: 3
- Relleno: 15%
- Densidad de patrón: Hexagonal
- Relleno combinada: Cada 2 capas
- Velocidad de impresión: 60(mm/s)
- Velocidad de trayectoria: 80(mm/s)
- Temperatura extrusor izquierdo: 200°C
- Temperatura de la plataforma: 105°C

Procedimiento

1. En software *Matlab* ingresar la ecuación de una espiral logarítmica en coordenadas polares: $r = ab^\theta$ donde r es el radio de la espiral, θ es el ángulo de crecimiento de la espiral y con a y b números reales que son parámetros de la espiral. La ecuación utilizada en esta ocasión fue: $r = 5,5[cm]e^{-1,7\theta}$, con un barrido de $\theta : 0 \rightarrow 470^\circ$
2. Darle altura a la espiral, en esta ocasión se le dió una altura de 5cm.
3. Pasar del programa de matlab al de la impresora
4. Imprimir en la impresora *Flash Forge Dreamer*
5. Pegar con el pegamento epóxico las partes de la impresión, como se muestra en la figura.

El canal curvo debe ser similar al que se muestra en la figura 23.

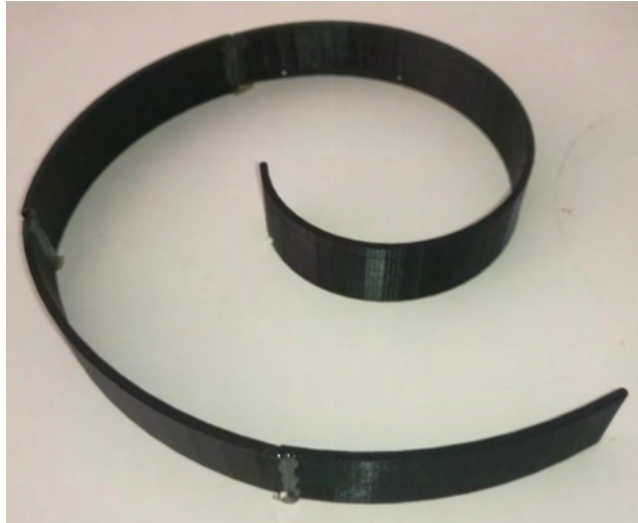


Figura 23: Canal curvo

Para la construcción de las membranas

Materiales

- Plancha de cartón de 1cm de grosor
- Trozo de papel plástico de cocina o similar
- Trozo de látex
- Trozo de cartulina
- Corta cartón
- Tijeras
- Pistola de silicona caliente
- Barras de silicona
- Cinta plástica de 4 cm de alto o similar
- Compás
- Pintura oscura

Indicaciones generales

Estas membranas serán utilizadas para la clase 4, donde representan las vibraciones del tímpano. Estas membranas serán colocadas sobre un altoparlante conectado al generador de ondas por lo que para esta construcción se debe tener de referencia el tamaño de este. Aquí se proponen e membranas distintas, pero se pueden construir y utilizar cuantas sean necesarias y pertinentes.

Procedimiento

1. Marcar el borde del altoparlante en el cartón.
2. Con ayuda del compás marcar una circunferencia más grande que la del altoparlante, mínimo 2 cm más grande.
3. Con el corta cartón y las tijeras recortar el círculo exterior e interior, se debe obtener un marco circular o bastidor como el de la figura 24.

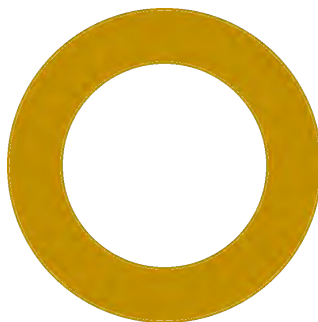


Figura 24: Diagrama bastidor para membranas

4. Repetir el paso anterior 2 veces más.
5. Recortar el trozo de látex del tamaño del bastidor.
6. Pegar el látex con ayuda de la pistola de silicona. Se debe tener cuidado de que quede un poco tenso.
7. Recortar un trozo de cinta plástica del largo del perímetro del círculo. Se recomienda dejar un pequeño exceso.
8. Pegar la cinta plástica al círculo con ayuda de la pistola de silicona, de manera que en la parte superior sobresalga (la zona donde se encuentra pegada la membrana). Esto es para contener los granos que se le coloquen encima.
9. Repetir este proceso para los otros materiales.

Las membranas deben ser similares a las que se muestran en la figura 25.



Figura 25: Membranas

Para la construcción de la maqueta de oído

Materiales

- Plancha de poliestireno expandido
- Corta cartón o cuchillo
- Papel de molde o similar
- Silicona caliente
- Pistola de silicona
- Cola de pegar
- Pincel
- Cartulina (opcional)
- Tijeras
- Tubo de cartón o similar
- látex
- Altoparlante
- Vástago de madera
- Cables conectores
- Caimanes

Indicaciones generales

Este montaje consta de 2 partes, la oreja y la zona interior del sistema auditivo. Los cuales se explicarán a continuación. Las dimensiones de esta construcción vendrán dadas según el diámetro del tubo a utilizar, ya que en base a esto se realizará la construcción de las demás partes.

Procedimiento

Interior del sistema auditivo

1. Cortar el tubo de cartón. El largo del tubo vendrá dado por el diámetro del tubo.
2. Cortar un trozo de látex de tal forma que se cubra completamente un extremo del tubo.
3. Pegar el trozo de látex con ayuda de la pistola de silicona. Opcional: Para darle firmeza al trozo de látex colocar un trozo de cartulina sobre el látex y el cartón para que este no se despegue. Pegar la cartulina con pistola de silicona.

Oreja

1. Cortar la plancha de poliestireno expandido con la forma de una oreja, como se muestra en la figura 26.

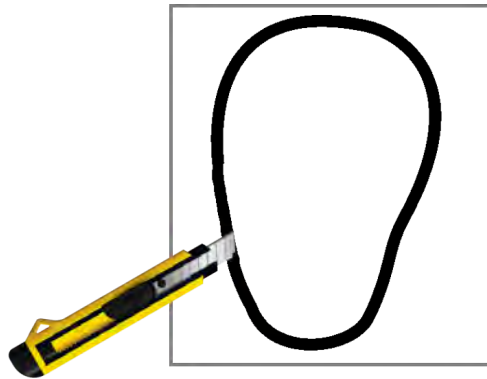


Figura 26: Diagrama de construcción oreja

2. A esta forma colocarle relieves de poliestireno expandido o de papel para darle la forma del cartílago de la oreja. Para pegar utilizar la pistola de silicona.
3. Realizar una perforación de la oreja para poder encajar el tubo del oído medio.
4. Para darle firmeza a la construcción y una terminación prolija pegar trozos de papel de molde y pegarlos con una mezcla de cola de pegar y agua.
5. Esperar secar 24h. Si gusta volver a aplicar una última capa de cola de pegar para darle brillo.
6. Ensamblar ambas construcciones.

La maqueta oído debe ser similar a la que se muestra en la figura 27.



Figura 27: Maqueta oído

Anexo 2: Material original de la Propuesta de Aprendizaje

Guía 1: ¿Cómo mitigamos el ruido?

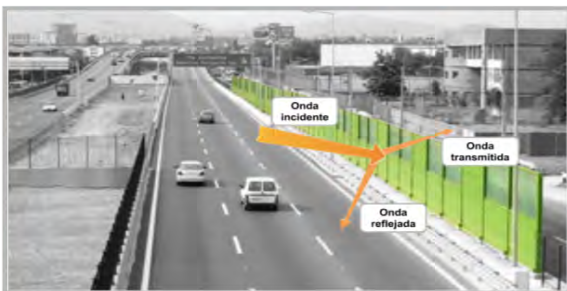
Nombre: _____

Curso: _____ Fecha: _____



Lee la siguiente noticia y responde las preguntas siguiendo las instrucciones de tu profesor:

Contra la Contaminación Acústica en las Autopistas Urbanas Barreras Acústicas reducen significativamente el ruido en las carreteras



Barreras Acústicas Autopista Américo Vespucio Sur, Sector Av. Grecia

El tráfico vehicular es reconocido internacionalmente como el responsable del más del 70% de la contaminación acústica en una ciudad lo cual genera efectos nocivos para la salud de las personas tanto temporales como permanentes a través de los sistemas endocrinos y nerviosos autónomos. Las consecuencias en el organismo empiezan a ser observadas a partir de las exposiciones diarias a largo plazo a niveles de ruido por encima de los 70 decibeles (dB), nivel límite recomendado por la OMS y que ocurre por ejemplo en zonas de alto tráfico llegando hasta los 90 dB. Por lo tanto, controlar el ruido ha sido una de las principales preocupaciones que ha debido

enfrentar las autoridades del Ministerio de Obras Públicas de Chile al diseñar las nuevas autopistas urbanas. Un ejemplo de estas nuevas rutas es la autopista Vespucio Sur, que se extiende por 24 kilómetros en el sector oriente de Santiago y en la cual se ha instalado 2.000 metros de barreras acústicas.

Estas barreras acústicas de 4 metros de altura, consideran un 67% absorbente y un 33% reflectante, a través de la utilización de paneles de aluminio y polimetilmetacrilato (tipo de policarbonato) respectivamente, logrando con ello la atenuación de ruido equivalente a una conversación normal.

Nivel de intensidad del sonido	
140 dB	Umbral del dolor
130 dB	Avión despegando
120 dB	Motor de avión en marcha
110 dB	Concierto
100 dB	Perforadora eléctrica
90 dB	Tráfico
80 dB	Tren
70 dB	Aspiradora
50/60 dB	Aglomeración de Gente
40 dB	Conversación
20 dB	Biblioteca
10 dB	Respiración tranquila
0 dB	Umbral de audición

Si bien se pudo aislar el ruido producido por la carretera con barreras acústicas, existen calles dentro de la ciudad, como lo es la Alameda, que sus niveles de ruido están sobre los 80 dB. Muchos de los vecinos que viven cerca se han quejado del constante ruido producido por el tráfico, pero lamentablemente la solución de las barreras acústicas no es posible para esta avenida ya que cerraría accesos peatonales, paraderos de locomoción colectiva, entre otros, por lo que necesitan implementar otra solución mitigadora de ruido. En la escala de la izquierda puedes observar algunos niveles de intensidad sonora con sus fuentes generadoras.

¿Cómo se construye la escala de decibeles?




Escanea el código QR con tu celular y podrás saber la respuesta.



1.- ¿Cómo pueden protegerse de la contaminación acústica aquellos vecinos que viven en zonas muy transitadas?



2.- ¿Crees que se podrían usar los materiales de los paneles acústicos para la construcción de edificios? ¿Dónde se podría utilizar este material?

 3.- ¿Existirá una solución mejor para la mitigación del ruido para estos edificios?



¡Manos a la obra!

Ahora ayudaremos a los vecinos afectados por el ruido de las calles. Experimentaremos con distintos sonidos y materiales para descubrir aquel material que mitiga más la contaminación acústica producida por el tráfico.

Materiales:


- Generador de frecuencia o celular con la aplicación de generador de frecuencia.
- Cajas de distintos materiales.
- Sonómetro, celular con la aplicación de sonómetro o indicador de nivel de presión sonora.

¿Qué haremos?

- Encender el generador de frecuencia y configurar la frecuencia.
- Colocar el generador de frecuencia dentro de una caja y cerrar.
- Registrar lo medido por el sonómetro.
- Hacer lo mismo para cada caja.

Frecuencia 1 =		Frecuencia 2 =	
Caja aislante	dB	Caja aislante	dB
Sin caja		Sin caja	
Cartón		Cartón	
Poliestireno expandido		Poliestireno expandido	
Espuma		Espuma	
Polycarbonato		Polycarbonato	
Tipo termopanel		Tipo termopanel	
Cartón de huevos		Cartón de huevos	

Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:

 4.- ¿Qué variables estuviste manipulando en la experimentación? ¿Cómo crees que se relacionen?



5.- ¿Qué material fue el que más mitigó la transmisión de las frecuencias utilizadas?, ¿Cuál es la característica fundamental de este material?



6.- Los materiales que utilizamos, ¿hasta qué punto servirían para aislar una construcción de un edificio? ¿Cuál de ellos utilizarías como aislante acústico en la construcción de un edificio?

Guía 2: ¿Podemos determinar características del sonido?



Nombre: _____

Curso: _____ Fecha: _____



Lee atentamente la siguiente información y responde las preguntas

¿Qué es el monocordio?

El monocordio es un instrumento musical de sólo una cuerda que es capaz de emitir el sonido de un octava completa, es decir se pueden producir las notas Do grave, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si y Do agudo, gracias al deslizamiento de un puente móvil.



Este instrumento es la base de todos los instrumentos de cuerdas que hoy conocemos, como el violín, el chelo, la guitarra, entre otros... pero ¿cómo saber dónde debes colocar el puente móvil para producir las distintas notas musicales?

La escuela pitagórica encontró la siguiente relación: si se tensa una cuerda, tal como lo hace el monocordio, sonará una nota en particular por ejemplo la nota Do. Si esa cuerda se divide a la mitad y se hace sonar el trozo de cuerda correspondiente a $\frac{1}{2}$, la nota generada es Do perteneciente a la siguiente octava. Luego si la cuerda original se divide en tres partes iguales y se hace sonar el trozo de cuerda de correspondiente a $\frac{2}{3}$ de la cuerda, la nota emitida será la nota Sol. Finalmente si se divide la cuerda original en 4 partes iguales y se hace sonar el trozo de cuerda que representa $\frac{3}{4}$ de la cuerda original, se podrá escuchar la nota Fa.

Como ya se mencionó los instrumentos musicales actuales se basan en el funcionamiento del monocordio para poder formar la escala musical. Un ejemplo concreto es la guitarra, que en vez del puente móvil tiene los trastes que marcan el espacio donde se generan las distintas notas.



1.- ¿Qué relación existe entre la longitud de la cuerda y la nota producida?



2.- ¿Cómo se relaciona lo ocurrido en un monocordio con la longitud de onda y la frecuencia que tiene cada nota?



3.- Si se sabe que la frecuencia de una nota DO es de 523.251 HZ, Calcula su longitud de onda.



Observa el video y responde las siguientes preguntas



Onda estacionaria cuerda y resorte
4 visualizaciones

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



4.- Observa el siguiente video e identifica las características de la onda que se presenta.



5.- En el caso anterior, ¿cómo podríamos medir la longitud de onda de la onda que se propaga por el resorte?

3



¡A explorar!

Ahora que tienes una idea de cómo medir la longitud de una onda, seguiremos el siguiente procedimiento:

Materiales:

- Hilo
- Fuente emisora con vástago
- Cinta métrica

¿Qué haremos?

- Amarra un extremo del hilo a el vástago fijado en la fuente emisora.
- Estira el hilo desde el otro extremo.
- Enciende la fuente emisora y fija una frecuencia baja.
- Tensa el hilo hasta que observes una onda estacionaria en él.
- Con la cinta métrica, mide la distancia que hay entre el extremo del hilo que está amarrado hasta el nodo que estás observando.



6.- En la siguiente tabla dibuja la situación anterior y registra el valor de la distancia medida. ¿Cuánto mide la longitud de onda?



7.- Estima la frecuencia del sonido producido por la fuente emisora.

4



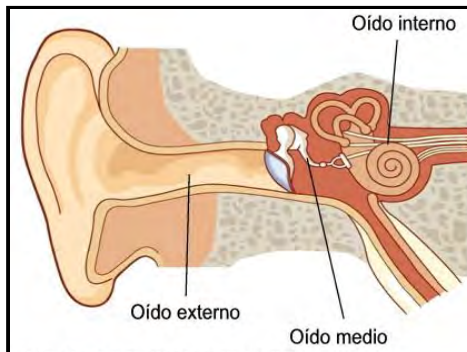
8.- Calcula cuál es la longitud de onda que el oído humano alcanza a percibir.



9.- Explica cómo es posible que las longitudes de onda calculadas anteriormente se propaguen por el oído humano.



10.- En la siguiente figura realiza una representación de la propagación de las ondas de sonido en el oído humano.



Guía 3: ¿Cómo viaja el sonido?

Nombre: _____

Curso: _____ Fecha: _____



Observa el video y responde las siguientes preguntas



Teléfono de vasos y onda en una cuerda
Zinwelltonline

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



1.- ¿Cómo crees que el sonido viaja por el hilo? ¿Cuál crees que son las condiciones del hilo para que la onda pueda viajar?



¡Manos a la obra!

Comprendamos cómo es que la onda sonora se propaga por el tubo.

Materiales:

- Cubeta de ondas.
- Canal.
- Foco.

¿Qué haremos?

- Sitúa la cubeta encima de dos mesas.
- Agrega agua a la cubeta.
- Coloca el canal dentro de la cubeta de ondas.
- Coloca el foco bajo la cubeta de ondas.
- Enciende el foco.
- Observa las 3 situaciones que el profesor realizará

Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:



2.- En el siguiente recuadro, dibuja las situaciones anteriores:

Situación 1:	Situación 2:	Situación 3:



3.- ¿Cómo es posible que la onda pueda viajar por el canal en las tres situaciones?



4.- ¿Existirá alguna similitud entre el canal y nuestro oído? Expliquen.



¡Manos a la obra!

Ahora experimentemos con una maqueta de la cóclea

Materiales:

- Cubeta de ondas.
- Canal curvo.

¿Qué haremos?

- Sitúa la cubeta encima de dos mesas.
- Agrega agua a la cubeta.
- Colocar el canal curvo dentro de la cubeta.
- Coloca el foco bajo la cubeta de ondas.
- Enciende el foco.
- Observa la situación que el profesor realizará

Luego de esta segunda experimentación, responde las siguientes preguntas:



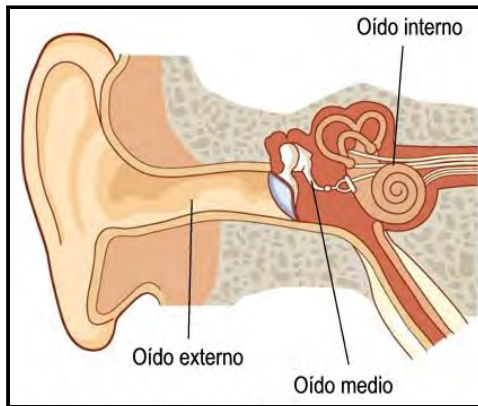
5.- ¿Cómo se propaga la onda por el canal curvo? explica y dibuja.



6.- ¿A qué parte de nuestro oído se asemeja la forma del canal recto y curvo?



7.- Observa la imagen del oído y realice una analogía entre la cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo) y la cóclea con el montaje experimental anterior.



8.- ¿A qué conclusiones llegamos?

¿Quieres saber más del oído interno y sus cavidades?

Escanea el código QR con tu celular y podrás saber un poco más.



Guía 4: ¿Cómo crees que escuchamos?

Nombre: _____

Curso: _____ Fecha: _____



Observa el video y responde las siguientes preguntas




Placas de Chladni
299 visualizaciones


¿Quieres volver a ver el video?


Escanea el código QR con tu celular y podrás.



1.- Las figuras presentadas en la lámina depende de la frecuencia con la que se estimula la placa ¿Qué otras variables crees tú que inciden en la formación de las distintas figuras?

 2.- Imagina si variamos el material de la placa por otro. Describe el material y responde ¿cómo se moverían los granos de arena que se disponen encima de la placa con el nuevo material? (ejemplo: si el nuevo material es más grueso o más poroso)

 3.- ¿Qué parte del oído representa la lámina vibrante?

 **¡Manos a la obra!**
Comprendamos cómo escuchamos

Materiales:


- Membranas de distintos materiales
- Tubo con bastidor
- Altoparlante
- Generador de frecuencia




¿Qué haremos?


- Conecta el altoparlante al generador de frecuencia.
- Coloca las membranas de distintos materiales.
- Configura el generador de frecuencia a una baja frecuencia
- Enciende el generador de frecuencia.


Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:

 3.- ¿Qué diferencias pudiste observar entre las distintas membranas? Completa la tabla según lo observado.

Frecuencia	Membrana negra	Membrana de cartulina	Membrana transparente

 4.- Luego de observar el efecto de las ondas sonoras en los diferentes tipos de membranas, describe la relación que existe entre el movimiento de la harina con el material que se utilizó.

 5.- Considerando que las membranas están simulando el tímpano ¿Cuál sería la consecuencia de las variables anteriores para la audición humana?

 **¡Manos a la obra!**
Comprendamos cómo es que escuchamos


Materiales:

- Maqueta de oído
- Osciloscopio



¿Qué haremos?

- Prende el osciloscopio de la maqueta.
- Acércate a la oreja y habla fuerte.
- Observa lo que ocurre en el osciloscopio.

 6.- Describe la propagación de la onda sonora desde que es emitida hasta que es recibida por el osciloscopio.



7.- ¿cómo se relaciona la señal mostrada en el osciloscopio con lo que pasa en el oído interno?



¿Cómo escuchamos?

El oído está dividido en tres partes, el oído externo, medio e interno. El oído externo consta del pabellón auricular (oreja) y el canal auditivo, el oído medio empieza desde el tímpano hasta la juntura que se tiene la cadena de huesecillos con la cóclea y el oído interno consta de la cóclea, que en su interior se encuentra el líquido coclear y las células ciliadas adheridas a su pared, y el nervio auditivo.

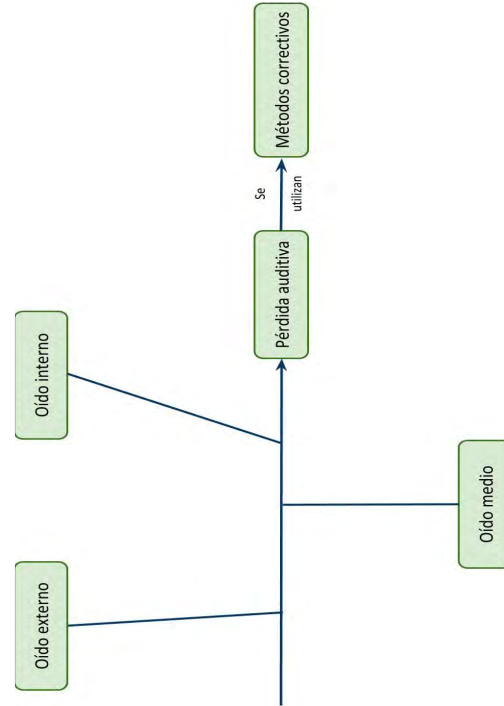
Cuando la onda sonora es emitida, entra por el oído externo y se propaga por el canal auditivo hasta incidir en el tímpano, lo cual provoca que este mueva la cadena de huesecillos con la misma frecuencia de la onda incidente. Cuando el Yunque mueve a la cóclea, produce que el líquido en su interior se mueva con la misma frecuencia.

Las células ciliadas que se encuentran en la pared de la cóclea. Estas células son selectivas puesto que se mueven sólo con una frecuencia determina, por lo que la onda que se propaga a través de la cóclea, sólo es capaz de estimular sólo a aquellas células que pueden "leer" la frecuencia que se está propagando. El movimiento de estas células producen un impulso nervioso que se propaga hasta el cerebro como una señal eléctrica. A este proceso se le denomina transducción, puesto que las células ciliadas transforman una onda mecánica a una de tipo eléctrica.

¿Quieres repasar parte de lo aprendido en estas clases?
Escanea el código QR con tu celular y podrás ver un video del oído.



8.- De forma grupal completa el ishikawa sobre las causas de la pérdida auditiva. Para completar utiliza todo lo que aprendiste en estas clases.



Evaluación final: Audición y sonido**¡Demostremos lo aprendido!**

1º medio



Nombres: _____

Antes de responder lee atentamente las instrucciones. En esta evaluación demostrarás tus conocimientos sobre sonido y audición.

Instrucciones:

Esta evaluación la realizarán en grupos de 3 hasta 5 personas, utilizarán todos los materiales que existen a su disposición, como cartulinas, tijeras, pegamentos, palillos, plastilina, lápices de colores, etc. para realizar una **telaraña** donde relacionarán conceptos aprendidos en la unidad de audición y sonido.

Para la construcción de la telaraña deberán tener en consideración la **jerarquización** de los conceptos, es decir, la organización e importancias que tuvieron los distintos conceptos en el desarrollo de la unidad. También deben tener presente la conexión que tienen los conceptos, el cómo se relacionan. Sé limpio al momento de trabajar para que tenga buena presentación, esta será considerada al momento de la evaluación final.

Debes usar al menos 10 conceptos de la lista a continuación. ¡Suerte!

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Onda | 14. Nodo |
| 2. Sonido | 15. Antinodo |
| 3. Oído interno | 16. Longitud de onda |
| 4. Oído medio | 17. Frecuencia |
| 5. Oído externo | 18. Cóclea |
| 6. Mitigación | 19. Líquido |
| 7. Material | 20. Canal |
| 8. Absorción | 21. Célula Ciliada |
| 9. Tímpano | 22. Transductor |
| 10. Métodos correctivos | 23. Señal eléctrica |
| 11. Aire | 24. Pérdida auditiva |
| 12. Onda mecánica | 25. Sistema auditivo |
| 13. Ruido | 26. Oído |

Rúbrica de evaluación

Criterio	3 puntos (>80%)	2 puntos (80% - 50%)	1 punto (<50%)	Puntaje obtenido
Conceptos utilizados	Utiliza los conceptos mínimos solicitados.	Utiliza menos de 8 conceptos.	Utiliza menos de 5 conceptos	
Conexión entre conceptos	Los conectores utilizados son coherentes y precisos, por lo que conexión de las ideas quedan claras.	Los conectores utilizados son coherentes pero no precisos. La conexión de las ideas quedan claras. Algunas conexiones son erróneas.	Los conectores utilizados no son coherentes, lo cual dificulta la conexión clara de las ideas.	
Prolijidad del trabajo	Se distinguen los conectores, los conceptos y la unión de estos con facilidad.	Se distinguen con dificultad los conectores, los conceptos y la unión de estos.	No se distinguen los conectores, los conceptos y la unión de estos.	
Orden de los conceptos	Se distingue el concepto central, de los conceptos secundarios, el cual puede ser desglosado utilizando diferentes conceptos hasta finalizar en el último concepto que concluye la idea.	Desglosa la idea central finalizando con un concepto que puede ser desglosado. Algunos conceptos no se encuentran bien ordenados según su jerarquía.	No se distingue un concepto central, las conexiones no son las más adecuadas.	

Observaciones:

Guía 1: ¿Cómo mitigamos el ruido?*Apoyo docente*

Nivel	1º año medio
Unidad	Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas
Tema a tratar	Contaminación acústica
Objetivos	Explorar y describir el funcionamiento del oído humano, considerando: <ul style="list-style-type: none"> - La recepción de ondas sonoras. - El espectro sonoro. - Sus capacidades, limitaciones y consecuencias sociales.
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad. - Evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla - Analizar y explicar los resultados de una investigación científica, para plantear inferencias y conclusiones.
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Esforzarse y perseverar en el trabajo personal entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con precisión y orden. - Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos. - Usar de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación para favorecer las explicaciones científicas y el procesamiento de evidencias, dando crédito al trabajo de otros y respetando la propiedad y la privacidad de las personas.
Palabras claves	Generador de ondas, sonómetro, nivel de presión sonora NPS, frecuencia, decibel, materiales aislantes.
Indicadores de evaluación	- Proponen medidas de protección a la contaminación acústica, para las personas y los seres vivos en general.
Tiempo estimado	2HP, aproximadamente 1h y media
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Guía del estudiante - Generador de frecuencia

- Sonómetro o indicador de nivel de presión sonora
- Cajas aislantes

Sobre la simbología de la guía del estudiante:

Existen distintas simbologías en la guía del estudiante, las cuales representan distintas instrucciones a seguir por parte de los estudiantes.

	Indica que los estudiantes deben leer el texto
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma individual
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma grupal
	Indica el momento de experimental o trabajar con el material de laboratorio

Sobre los instrumentos y materiales:

Para esta clase, además de la utilización de la guía del estudiante se necesita utilizar un generador de frecuencias, un sonómetro o un indicador de nivel de presión sonora y las cajas aislantes. Dependiendo de la disposición de material es cual se puede utilizar.

Primeramente se recomienda la construcción de todo el material¹, es decir, construir el generador de frecuencia, las cajas aislantes y el indicador de nivel de presión sonora. Si es que no se dispone de los materiales necesarios, se puede utilizar aplicaciones para *smartphones* como lo son *Generador de frecuencias*, disponibles para sistema Android y *Generador de frecuencia* para sistema iOS, igualmente para reemplazar el uso del indicador de nivel de presión sonora se pueden utilizar las aplicaciones de *smartphones* como lo son *Sonómetro* disponibles para sistema Android y *Sound meter* disponible para sistema iOS. La aplicación *Phyphox* que cuenta con ambas funciones y se encuentra disponible para sistema android e iOS.

Todos los generadores de frecuencia que se utilicen se encontrarán limitados por los parlantes o altavoces que se utilicen, ya que estos tienen un rango definido de frecuencia. Por otro lado al utilizar las aplicaciones de sonómetros o medidores de nivel de presión sonora pueden existir problemas ya que los micrófonos de los teléfonos celulares se suelen acoplar.

¹ La especificación de la construcción del material se encuentra en *Construcción del material, apoyo docente*

¿Cómo funciona la aplicación *Generador de frecuencias*?



Al ingresar al play store en la búsqueda escribir *Generador de frecuencias*. Instalar y abrir la aplicación.

Esta aplicación permite generar frecuencias desde los 1[Hz] hasta los 22.000[Hz]. El uso de la aplicación es simple, ya que se puede escribir la frecuencia que se desea o se puede utilizar el deslizador que aparece en la pantalla.

Además la aplicación se encuentra en español. En la siguiente imagen se encuentra especificadas algunas funciones de la aplicación.



Pulsor para poder escribir la frecuencia deseada.

Deslizador

Botón de play para que comience a funcionar el generador.

Como se muestra en la imagen el generador de frecuencia tiene la opción de utilizar el deslizador para ir cambiando paulatinamente la frecuencia emitida o ingresar dado el pulsor con el teclado del teléfono la frecuencia deseada.

Para activar el generador de frecuencia sólo se debe pulsar el botón play.

¿Cómo funciona la aplicación *Generador de frecuencias*?



Generador de frecuencias

michael heinz

ABRIR

☆☆☆☆☆ 4+

Al ingresar al App Store en la búsqueda escribir *Generador de frecuencias*. Instalar y abrir la aplicación.



Configuración extra

Información de la aplicación

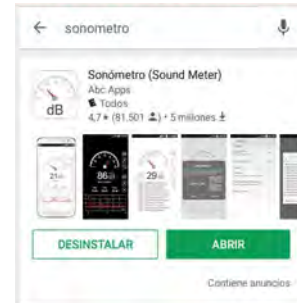
Rango de la frecuencia

Deslizador

Esta aplicación permite generar frecuencias desde los 10[Hz] hasta los 25.000[Hz]. El uso de la aplicación es simple, ya que se puede escribir la frecuencia que se desea o se puede utilizar el deslizador que aparece en la pantalla.

Además la aplicación se encuentra en español. En la siguiente imagen se encuentra especificadas algunas funciones de la aplicación.

¿Cómo funciona la aplicación *Sonómetro*?

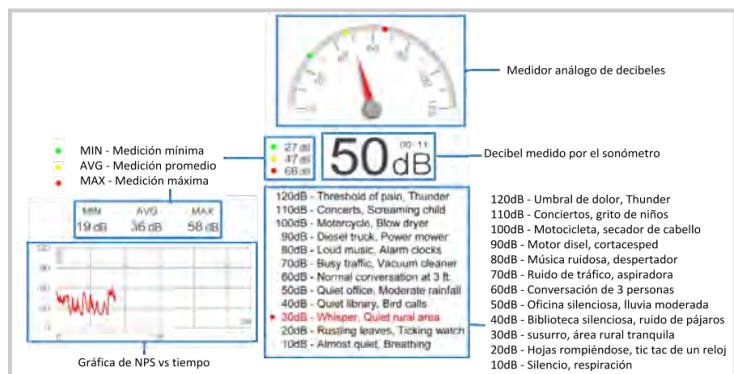


Al ingresar al play store en la búsqueda escribir *Sonómetro* o *Sound Meter*. Instalar y abrir la aplicación.

Esta aplicación permite medir el nivel de presión sonora a través del tiempo, medida en decibeles. Además de tener el registro en forma digital existe un medidor análogo y una lista donde se muestran los decibeles con su posible fuente generadora.

Esta aplicación se encuentra en español. En la siguiente imagen se encuentra especificado algunas funciones de la aplicación.

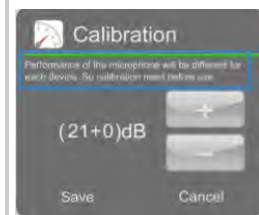
La aplicación además consta de una lista de fuentes sonoras con sus posibles emisión de niveles de presión sonora en decibeles.



- ⚙️ Setting - Ajustes
- 🔧 Calibration - Calibración
- 🎛️ White/ Blanco - Blanco/Negro
- ☰ Menu - Menú
- 🔄 Reset - Reiniciar
- ⏸️ Pause/ Play - Pausa/ Inicio
- 📵 Instalación de aplicación de linterna

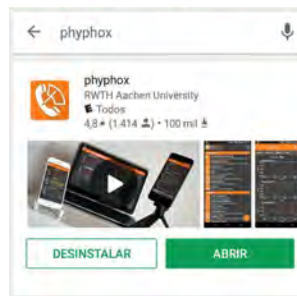
El menú del lado derecho de la pantalla permite realizar algunos ajustes en la aplicación. En la sección de ajustes aparecen las opciones de *Keep Screen On* (Pantalla encendida) y *Elapsed Time* (Tiempo transcurrido), donde se pueden marcar si se desean o no estas opciones.

Al pulsar la opción de calibración aparece un texto que dice: *"El rendimiento del micrófono será diferente para cada dispositivo. Por lo tanto, la calibración necesita antes de usar."* Donde se debe colocar una fuente de presión sonora conocida, ej. 50dB y ajustar con el + y - la medición del sonómetro.



En la opción de Blanco/ Negro la pantalla cambia de color. Si se selecciona el menú se puede cambiar la lista de decibeles por un gráfico de nivel de presión sonora versus tiempo. Con la tecla reset el sonómetro comienza a medir desde cero y con el botón *pause* el sonómetro deja de medir.

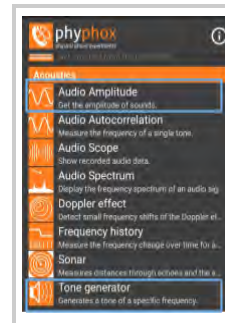
¿Cómo funciona la aplicación *Phyphox*?



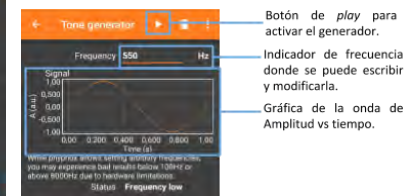
Al ingresar al play store en la búsqueda escribir *Phyphox*. Instalar y abrir la aplicación. Esta aplicación a diferencia de la primera se encuentra en inglés.

Esta aplicación permite, por un lado generar de tono o de frecuencia hasta los 24.000[Hz] y utilizar el medidor de amplitud que funciona como un sonómetro.

Para poder acceder a estas dos funciones se debe buscar en el menú principal *Acoustics* y las funciones *Audio amplitude* y *Tone generator*.



En las siguientes imágenes se especifican los botones y funciones *Tone generator*. Donde se puede modificar la frecuencia ingresándola con el teclado del teléfono. Bajo la frecuencia se genera un gráfico de amplitud.





Botón de play para activar el generador.

La función **Audio Amplitude** tiene un submenú:

- Amplitud
- Calibración
- Preguntas frecuentes.

Resultado de medidor de nivel de presión sonora en decibeles.

Gráfica de nivel de presión sonora vs tiempo.

En la imagen de la izquierda se especifica el uso del sensor de amplitud. En la opción de calibración se especifica cómo calibrar el sensor de amplitud, el cual viene especificado en su respectiva traducción al español.



Este experimento utiliza un enfoque bastante ingenioso para determinar el nivel de presión acústica (SPL). Necesitará un sonido de referencia con una amplitud conocida en dB. Por ejemplo, puede configurar una fuente de ruido constante y medir su nivel de presión de sonido con un dispositivo externo. Ingrese el nivel medido como SPL de referencia y presione calibrar 'mientras se ejecuta el experimento.

Si ha hecho esto antes o en un dispositivo idéntico, puede ingresar directamente el desfase de calibración de su calibración anterior y presionar 'set offset Offset'.

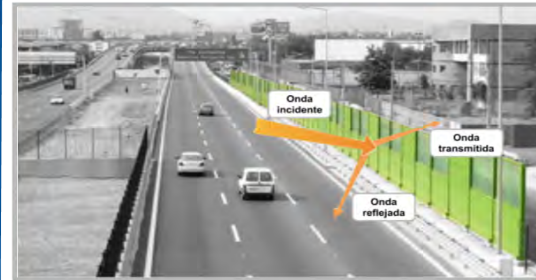
Las secciones que serán extraídas de la guía del estudiante se encontrarán escritas en texto gris, para marcar la diferencia entre lo que se les entrega a los estudiantes y el material docente.

Inicio

Para el inicio de la clase se propone el leer una noticia junto con un pequeño comentario sobre la misma. La noticia tiene como objetivo introducir los conceptos de contaminación acústica, materiales absorbentes y reflectantes, decibel, ruido.

Lee la siguiente noticia y responde las preguntas siguiendo las instrucciones de tu profesor:

Contra la Contaminación Acústica en las Autopistas Urbanas Barreras Acústicas reducen significativamente el ruido en las carreteras



Barreras Acústicas Autopista Américo Vespucio Sur, Sector Av. Grecia

El tráfico vehicular es reconocido internacionalmente como el responsable del más del 70% de la contaminación acústica en una ciudad lo cual genera efectos nocivos para la salud de las personas tanto temporales como permanentes a través de los sistemas endocrinos y nerviosos autónomos. Las consecuencias en el organismo empiezan a ser observadas a partir de las exposiciones diarias a largo plazo a niveles de ruido por encima de los 70 decibeles (dB), nivel límite recomendado por la OMS y que ocurre por ejemplo en zonas de alto tráfico llegando hasta los 90 dB. Por lo tanto, controlar el ruido ha sido una de las principales preocupaciones que ha debido

enfrentar las autoridades del Ministerio de Obras Públicas de Chile al diseñar las nuevas autopistas urbanas. Un ejemplo de estas nuevas rutas es la autopista Vespucio Sur, que se extiende por 24 kilómetros en el sector oriente de Santiago y en la cual se ha instalado 2.000 metros de barreras acústicas.

Estas barreras acústicas de 4 metros de altura, consideran un 67% absorbente y un 33% reflectante, a través de la utilización de paneles de aluminio y polimetilmetacrilato (tipo de policarbonato) respectivamente, logrando con ello la atenuación de ruido equivalente a una conversación normal.

Nivel de intensidad del sonido	
140 dB	Umbral del dolor
130 dB	Avión despegando
120 dB	Motor de avión en marcha
110 dB	Concierto
100 dB	Perforadora eléctrica
90 dB	Tráfico
80 dB	Tren
70 dB	Aspiradora
50/60 dB	Aglomeración de Gente
40 dB	Conversación
20 dB	Biblioteca
10 dB	Respiración tranquila
0 dB	Umbral de audición

Si bien se pudo aislar el ruido producido por la carretera con barreras acústicas, existen calles dentro de la ciudad, como lo es la Alameda, que sus niveles de ruido están sobre los 80 dB. Muchos de los vecinos que viven cerca se han quejado del constante ruido producido por el tráfico, pero lamentablemente la solución de las barreras acústicas no es posible para esta avenida ya que cerraría accesos peatonales, paraderos de locomoción colectiva, entre otros, por lo que necesitan implementar otra solución mitigadora de ruido. En la escala de la izquierda puedes observar algunos niveles de intensidad sonora con sus fuentes generadoras.

¿Cómo se construye la escala de decibeles?



Escanea el código QR con tu celular y podrás saber la respuesta.

En el código QR que se encuentra adjunto se les permite a los estudiantes indagar más sobre los decibeles, cómo se calculan los decibeles y la escala logarítmica y las variaciones de umbral de diferenciación. Luego de esta sección vienen las preguntas asociadas al texto y de forma introductoria a la actividad experimental. A continuación se responden las preguntas según las respuestas esperadas y los posibles errores de los estudiantes. Como estas primeras preguntas son de carácter introductorio no existen respuestas correctas o incorrectas, pueden ser más cercanas o alejadas al concepto físico. Es importante volver a retomar estas preguntas en el cierre de la clase y comparar lo que los estudiantes creían con lo que aprendieron, para que ellos sean conscientes del aprendizaje que realizaron.



1.- ¿Cómo pueden protegerse de la contaminación acústica aquellos vecinos que viven en zonas muy transitadas?

- Que se cambien de casa para poder vivir sin ruido.
- Que utilicen tapones para los oídos.
- Cambiar las ventanas por las que son aislantes.
- Que se recubra toda la construcción con algún material especial.
- Hacer las construcciones con materiales especiales para que el ruido no entre o entre menos a las casas.

² El código QR es la codificación del siguiente link:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbases/sound/db.html>



2.- ¿Crees que se podrían usar los materiales de los paneles acústicos para la construcción de edificios? ¿Dónde se podría utilizar este material?

- Las láminas que se usan en los paneles se pueden usar para las ventanas.
- El material no serviría para la construcción en sí, pero se pueden usar las técnicas y propiedades de estos paneles para mitigar el ruido.

En esta segunda pregunta se debe mencionar que no estos materiales no se utilizarán para la estructura del edificio, sino para la aislación del edificio mismo.



3.- ¿Existirá una solución mejor para la mitigación del ruido para estos edificios?

- Que se cambien de casa.
- Evitar un flujo excesivo de autos por esa calle.
- Utilizar tapones para los oídos.
- Equipar bien las construcciones para que el ruido no entre a las construcciones.
- Restringir el uso de objetos que emitan ruido.

Desarrollo

Posteriormente se explica la actividad experimental de la clase, la cual consta de la utilización de las cajas aislantes, el medidor de nivel de presión sonora y el generador de onda. En la guía del estudiante se adjuntan las siguientes instrucciones:



¡Manos a la obra!

Ahora ayudaremos a los vecinos afectados por el ruido de las calles. Experimentaremos con distintos sonidos y materiales para descubrir aquel material que mitiga más la contaminación acústica producida por el tráfico.

Materiales:

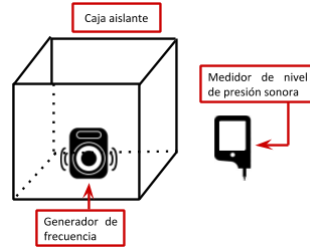
- Generador de frecuencia o celular con la aplicación de generador de frecuencia.
- Cajas de distintos materiales.
- Sonómetro, celular con la aplicación de sonómetro o indicador de nivel de presión sonora.

¿Qué haremos?

- Encender el generador de frecuencia y configurar la frecuencia.
- Colocar el generador de frecuencia dentro de una caja y cerrar.
- Registrar lo medido por el sonómetro.
- Hacer lo mismo para cada caja.

Para esta parte de la clase se deben realizar grupos de trabajo entre los estudiantes para realizar las mediciones.

El montaje asociado a la experiencia es el que se adjunta en la siguiente imagen. Es importante colocar el generador de frecuencia dentro de la caja aislante. Cerrar la caja y colocar el medidor de presión sonora fuera de la caja a una distancia constante. No es necesario que todos los estudiantes se encuentren a la misma distancia para medir, sino que mantengan el sensor siempre a la misma distancia para no influenciar la medición. Recordar que los decibeles y el NPS disminuye con la distancia.



Las frecuencias utilizadas deben ser propuestas idealmente por los estudiantes. Se debe mantener constante la frecuencia para cada medición, es decir, que se utilice la misma frecuencia para cada caja y posteriormente cambiarla y volver a medir. Si se cambia la frecuencia mientras se observan las variaciones de los decibeles según la capacidad de absorción de los materiales no se podrá realizar una comparación entre ellos, ya que se están variando 2 de 3 variables. Esto no se les menciona explícitamente a los estudiantes ya que es una de las conclusiones a las cuales ellos deben llegar.

Frecuencia 1 =		Frecuencia 2 =	
Caja aislante	dB	Caja aislante	dB
Sin caja		Sin caja	
Cartón		Cartón	
Poliestireno expandido		Poliestireno expandido	
Espuma		Espuma	
Policarbonato		Policarbonato	
Tipo termopanel		Tipo termopanel	
Cartón de huevos		Cartón de huevos	

Posteriormente se recomienda realizar una comparación entre los valores obtenidos por los estudiantes para al menos un caso, así poder establecer la relación decibel distancia.

Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:

4.- ¿Qué variables estuviste manipulando en la experimentación? ¿Cómo crees que se relacionen?

- Las variables que se manipularon fueron los decibeles, la distancia y la frecuencia

- Las variables de las cuales depende la medida de la presión sonora o decibeles es de la fuente generadora, específicamente su frecuencia, del material de la caja, si es que este es más o menos absorbente, y de la distancia a la cual se realice la medición. Si el material es más absorbente, o se realiza la medición a una distancia mayor los decibeles medidos serán más bajos. Por otro lado si la frecuencia es menor los decibeles medidos también serán más bajos.
 - La medida de los decibeles depende del material y de la frecuencia del emisor. Mientras más agudo más decibeles se miden, y si el material es mejor para aislar los decibeles son menores.

5.- ¿Qué material fue el que más mitigó la transmisión de las frecuencias utilizadas?, ¿Cuál es la característica fundamental de este material?

- La absorción acústica de los materiales dependerá de la naturaleza de estos.
 - Los materiales que más mitigan el ruido son menos densos, tienen aire entre ellos.
 - Los materiales que más mitigan son menos flexibles o elásticos.
 - Hay materiales que mitigan más unas frecuencias que otras.

Algunas palabras guías para esta pregunta son características de los materiales como esponjoso, rígido, flexible, alta densidad, baja densidad, poroso, hueco, entre otras.

Cierre

Como cierre se propone hacer la última pregunta de forma plenaria, que sea respondida como grupo curso a través de una lluvia de ideas y con ayuda del profesor para formalizar los conceptos. Luego cada estudiante debe apuntar en el recuadro de la pregunta 6.

6.- Los materiales que utilizamos, ¿hasta qué punto servirían para aislar una construcción de un edificio? ¿Cuál de ellos utilizarías como aislante acústico en la construcción de un edificio?

No se espera una respuesta exacta, el mencionar algún material dependerá de las frecuencias que se hayan utilizado. Respecto a donde se utilizan se puede mencionar entre las capas fuertes de la construcción, así aíslan de mejor manera. O la utilización de termopaneles en las ventanas.

Guía 2: ¿Podemos determinar características del sonido?

Apoyo docente








Nivel	1º año medio
Unidad	Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas
Tema a tratar	Medición de longitud de onda
Objetivos	Explorar y describir el comportamiento de una onda en una cuerda vibrante, identificando: <ul style="list-style-type: none"> - Máximos y mínimos - Nodos y antinodos - Características de una onda (longitud de onda, frecuencia)
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad. - Planificar diversos diseños de investigaciones experimentales que den respuesta a una pregunta y/o problema sobre la base de diversas fuentes de información científica. - Discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica, las posibles aplicaciones y soluciones a problemas tecnológicos, las teorías, las predicciones y las conclusiones, utilizando argumentos basados en evidencias y en el conocimiento científico y tecnológico.
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Esforzarse y perseverar en el trabajo personal entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con precisión y orden. - Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.
Palabras claves	Longitud de onda, frecuencia
Indicadores de evaluación	Describen el espectro audible para las personas, considerando variables como la frecuencia y la intensidad sonora.
Tiempo estimado	2HP, aproximadamente 1h y media
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Guía del estudiante - Generador de frecuencia con vástago

- Regla o cinta métrica
- Cuerda
- Polea
- Masas

Sobre la simbología de la guía del estudiante:

Existen distintas simbologías en la guía del estudiante, las cuales representan distintas instrucciones a seguir por parte de los estudiantes

	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma individual
	Indica que los estudiantes deben trabajar en forma grupal
	Indica el momento de experimentar o trabajar con el material de laboratorio
	Indica que los estudiantes deben realizar cálculos matemáticos
	Indica que los estudiantes deben observar el vídeo

Sobre los instrumentos y materiales:

Para esta clase, además de utilizar la guía del estudiante, se utilizará un generador de frecuencia y una superficie lisa como lo puede ser la pared de la sala de clases.

Inicio

Para dar inicio a la clase se propone la lectura de una contextualización histórica. Esta lectura tiene por objetivo introducir los conceptos de propagación de una onda, longitud de onda, frecuencia.



Lee atentamente la siguiente información y responde las preguntas

¿Qué es el monocordio?

El monocordio es un instrumento musical de sólo una cuerda que es capaz de emitir el sonido de un octava completa, es decir se pueden producir las notas Do grave, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si y Do agudo, gracias al deslizamiento de un puente móvil.



Este instrumento es la base de todos los instrumentos de cuerdas que hoy conocemos, pero ¿cómo saber dónde debes colocar el puente móvil para producir las distintas notas musicales?

La escuela pitagórica encontró la siguiente relación: si se tensa una cuerda, tal como lo hace el monocordio, sonará una nota en particular por ejemplo la nota Do. Si esa cuerda se divide a la mitad y se hace sonar el trozo de cuerda correspondiente a $\frac{1}{2}$, la nota generada es Do perteneciente a la siguiente octava. Luego si la cuerda original se divide en tres partes iguales y se hace sonar el trozo de cuerda correspondiente a $\frac{2}{3}$ de la cuerda, la nota emitida será la nota Sol. Finalmente si se divide la cuerda original en 4 partes iguales y se hace sonar el trozo de cuerda que representa $\frac{3}{4}$ de la cuerda original, se podrá escuchar la nota Fa.

Como ya se mencionó los instrumentos musicales actuales se basan en el funcionamiento del monocordio para poder formar la escala musical. Un ejemplo concreto es la guitarra, que en vez del puente móvil tiene los trastes que marcan el espacio donde se generan las distintas notas.



1.- ¿Qué relación existe entre la longitud de la cuerda y la nota producida?

- Cada vez que se divide más la cuerda, produce notas más altas/agudas.
- Si la cuerda es más corta suena más agudo.
- Si la cuerda es más larga suena más grave.



2.- ¿Cómo se relaciona lo ocurrido en un monocordio con la longitud de onda y la frecuencia que tiene cada nota?

- Cada vez que se hace vibrar las distintas porciones de la cuerda, esta produce distintas notas, por ende se producen distintas longitudes de ondas con su respectiva frecuencia.
-



3.- Si se sabe que la frecuencia de una nota DO es de 523.251 HZ, Calcula su longitud de onda.

$$v_{\text{sonido en el aire}} = 340 \text{ m/s}$$

$$v = f \cdot \lambda \rightarrow 340 \text{ m/s} = 523.251 \text{ Hz} \cdot \lambda \rightarrow \frac{340 \text{ m/s}}{523.251 \text{ Hz}} = \lambda \rightarrow 0.6497 \text{ m} = \lambda$$



Observa el video y responde las siguientes preguntas



Onda estacionaria cuerda y resorte
4 visualizaciones

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



El link del video se encuentra disponible en código QR para que los estudiantes después puedan volver a ver el video en sus casas. Para facilitar la labor docente se adjunta el link en una nota al pie de página.



4.- Observa el siguiente video e identifica las características de la onda que se presenta

- Propagación de la onda
- Nodos
- Antinodos
- Longitud de onda
- Amplitud

Se sugiere que se analice en conjunto con los estudiantes las características de la onda presente en el video, para ello el video se debe proyectar sobre la pizarra y detenerlo en el minuto donde se observe mejor la onda en la cuerda. Observando la imagen se debe recordar las formas de propagación de las ondas y mencionar que esta onda es de tipo longitudinal, la cual se asemeja a la onda de sonido. Además se debe recalcar que se está observando una onda estacionaria, es decir que la onda se propagó de el punto inicial hasta el punto final y luego se devolvió, por lo que existen conceptos propios de estas ondas, como lo es el nodo. Para explicar lo que es el nodo en una onda estacionaria se sugiere dar un ejemplo de una partícula que es movida por una onda hacia la derecha, pero esta misma onda al devolverse, la mueve hacia la izquierda y se le pregunta a los estudiantes, "si la misma onda lo puede hacia la derecha y hacia la izquierda, entonces ¿cuál es la posición de la partícula después de que la movieron hacia la izquierda?". Si desea puede realizar el ejemplo con la ayuda de dos estudiantes. Un estudiante empuja suavemente al otro estudiante hacia la derecha y luego el docente empuja suavemente al estudiante hacia la

¹ El código QR es la codificación del siguiente link: <https://youtu.be/BowRq1XI550>

izquierda. El estudiante empujado debería quedar en el sitio inicial, así se recalca que eso es lo que sucede en un nodo en una onda estacionaria. De igual manera se debe explicar lo que es un antinodo. Finalmente se retoman otras características de la onda como es la longitud de onda. Debe destacar que esta se observa entre valle y valle o entre cresta o cresta, es decir cuando la onda cumple un ciclo, además de que en este ciclo siempre se encontrará un nodo (a la mitad), lo cual representa una fracción par $(\frac{\lambda}{2n})$.

Desarrollo



5.- En el caso anterior, ¿cómo podríamos determinar la longitud de onda de la onda que se propaga por el resorte?

- Se podría medir la distancia que hay cuando la onda cumple un ciclo (entre valle y valle).
- Se podría medir la distancia que existe entre el punto inicial y el segundo nodo.
- Se podría medir la distancia que existe entre el punto inicial y el primer nodo y multiplicar por 2.
- Se podría medir la distancia que existe entre el punto inicial y el segundo antinodo.
- Se podría medir la distancia que existe entre el punto inicial y el primer antinodo y multiplicar por 2.

Para iniciar la exploración, se debe leer las instrucciones en conjunto y que en el caso de la superficie lisa, se utilizará la pared. Por lo que ellos variarán lentamente la distancia entre la fuente emisora encendida con la pared. Aquí ellos deben buscar un antinodo, es decir un máximo, por lo que deben escuchar atentamente cuando el sonido de la fuente se hace más intenso. Luego de encontrar esa distancia se les pregunta ¿qué fracción de λ han encontrado?. Con esta pregunta se debe mencionar que para realizar los cálculos de la longitud de onda, se debe tener el primer antinodo, para ello se variará la distancia desde la pared. Es decir se posicionará inicialmente la fuente emisora encendida continua a la pared y desde este punto se alejará lentamente hasta encontrar el primer máximo y con esto nos podemos asegurar que la distancia encontrada equivale a $\frac{\lambda}{2}$.

Con esta indicación deben repetir la medición 3 veces y luego deben sacar el promedio de estas mediciones.



¡A explorar!

Ahora que tienes una idea de cómo medir la longitud de una onda utilizando como herramientas tus oídos y una regla, seguiremos el siguiente procedimiento:

Materiales:

- Hilo
- Fuente emisora con vástago
- Cinta métrica

¿Qué haremos?

- Amarra un extremo del hilo a el vástago

fijado en la fuente emisora.

- Estira el hilo desde el otro extremo.
- Enciende la fuente emisora y fija una frecuencia baja.
- Tensa el hilo hasta que observes una onda estacionaria en él.
- Con la cinta métrica, mide la distancia que hay entre el extremo del hilo que está amarrado hasta el nodo que estás observando.



6.- En la siguiente tabla registra los valores obtenidos de distancia en la medición. Luego realiza el promedio de las mediciones.

La respuesta de esta pregunta dependerá de la frecuencia a la cual se configura el generador y la tensión que se le aplique a la cuerda.

Para la pregunta 7 se les pregunta a los estudiantes si recuerdan el rango auditivo del ser humano, el cual va desde los 20Hz hasta los 20.000Hz, si esto no lo recuerdan se les da, es importante que lo anoten en el recuadro de la pregunta 7. Luego de decir esto se les pregunta si escuchan algo, como el generador está configurado a baja frecuencia (pero audible) deberán decir que sí.



7.- Estima la frecuencia del sonido producido por la fuente emisora.

- Es una baja frecuencia y baja, porque se escucha pero muy flojo.
- Es una frecuencia escuchable, por lo que es más cercana a los 20Hz.
- Es una frecuencia baja.



8.- Calcula cuál es la longitud de onda que el oído humano alcanza a percibir.

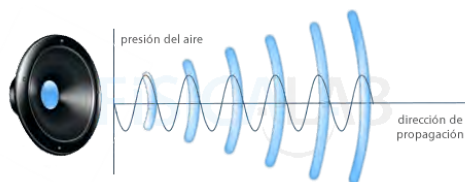
$$340 \text{ m/s} = 20 \text{ Hz} \cdot \lambda \rightarrow 17 \text{ m} = \lambda$$


$$340 \text{ m/s} = 20.000 \text{ Hz} \cdot \lambda \rightarrow 0,017 \text{ m} = \lambda$$

El rango de longitud de onda que el oído humano percibe está entre 0,017[m] y 17[m]

Cierre

Para responder la pregunta 9, dibuje la siguiente figura en la pizarra, para mostrar



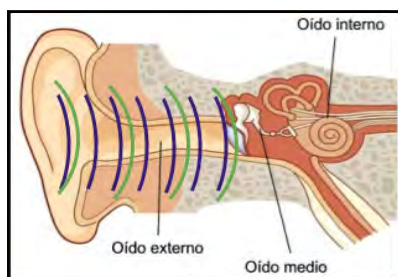
 9.- Explica cómo es posible que las longitudes de onda calculadas anteriormente se propaguen por el oído humano.

- En el caso de la longitud de onda 0.017 [m] es tan pequeña que cabe dentro del oído, pero la longitud de onda de 17 [m] al ser tan grande, sólo entra al oído una pequeña fracción.
- El oído capta sólo una parte de la onda.

Se sugiere que en la pregunta 10, se le otorgue un tiempo de 5 minutos a los estudiantes para que dibujen la representación de la propagación de 2 ondas. La primera onda debe representar la onda de 20 Hz y la segunda representado la onda de 20.000 Hz ; cada una de ellas con un color diferente.

Finalizado el tiempo se debe proyectar la imagen en la pizarra y realizar un plenario. En conjunto dibujen la representación de las 2 ondas y luego se toma una fotografía para retomar esta idea en la siguiente clase.

 10.- En la siguiente figura realiza una representación de la propagación de las ondas de sonido en el oído humano.



En la imagen se representa de morado las ondas de menor longitud de onda y de verde las de mayor.

Guía 4: ¿Cómo crees que escuchamos?

Apoyo docente



Nivel	1º año medio
Unidad	Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas
Tema a tratar	El oído como un transductor, sus enfermedades y métodos correctivos
Objetivos	Explorar y describir el funcionamiento del oído humano, considerando: <ul style="list-style-type: none"> - La recepción de ondas sonoras. - El espectro sonoro. - Sus capacidades, limitaciones y consecuencias sociales. - La tecnología correctiva (lentes y audífonos).
Habilidades	Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas, en forma oral y escrita.
Actitudes	-Demostrar valoración y cuidado por la salud y la integridad de las personas, evitando conductas de riesgo, considerando medidas de seguridad y tomando conciencia de las implicancias éticas de los avances científicos y tecnológicos.
Palabras claves	Oído interno, transductor, células ciliadas, propagación, onda, oído, señal eléctrica.
Indicadores de evaluación	- Explican la función de las estructuras del oído (oído externo, medio e interno) en el proceso de audición del ser humano. - Clasifican algunas afecciones auditivas, de acuerdo a criterios como estructura dañada, deficiencia auditiva y causa de deficiencia auditiva. - Describen el oído como un transductor que transforma ondas mecánicas a señales eléctricas a través de la excitación de las células ciliadas.
Tiempo estimado	2HP, aproximadamente 1h y media
Recursos	- Guía del estudiante - Video inicial - Maqueta de oído

- Generador de onda
- Altoparlante con bastidor
- Membranas de distintos materiales

Sobre la simbología de la guía del estudiante:

Existen distintas simbologías en la guía del estudiante, las cuales representan distintas instrucciones a seguir por parte de los estudiantes

	Indica que los estudiantes deben observar el video
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma individual
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma grupal
	Indica el momento de experimental o trabajar con el material de laboratorio
	Indica que el profesor debe realizar un plenario en conjunto con los estudiantes
	Indica que los estudiantes deben buscar información en internet

Guía 4: ¿Cómo escuchamos?

Nombre: _____

Curso: _____ Fecha: _____



Inicio

Se le pide a los estudiantes que se reúnan en grupo y se recuerda el significado de cada simbología. Luego se les pide que observen el video. Análogamente describa el video mencionando que se observa una placa que está conectada a un altoparlante que la hace vibrar.

Encima de la placa se deja caer arena. Esta arena se reordena formando las figuras que se están observando, las cuales varían dependiendo de la frecuencia con la que oscila el altoparlante.



Observa el video y responde las siguientes preguntas



Placas de Chladni
239 visualizaciones

¿Quieres volver a ver el video?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



Luego de observar el video, mencione a sus estudiantes que respondan la primera pregunta en conjunto.



1.- Las figuras presentadas en la lámina depende de la frecuencia con la que se estimula la placa ¿Qué otras variables crees tú que inciden en la formación de las distintas figuras?

- El material de la placa
- El tamaño de la placa
- El grosor de la placa
- El tamaño de los granos
- La masa de los granos

En la pregunta 2, se recomienda dar algunas características de otros materiales para guiar la respuesta de los estudiante. Por ejemplo mencionar si la placa fuera del mismo material pero más grueso ¿los granos de arena se moverían con mayor o menor facilidad?.



2.- Imagina si variamos el material de la placa por otro. Describe el material y responde ¿cómo se moverían los granos de arena que se disponen encima de la placa con el nuevo material? (ejemplo: si el nuevo material es más grueso o más poroso)

- Si cambiamos el material por uno más grueso, a la arena le costará más moverse.
- Si el material es más poroso, la arena saltará más, ya que el material será más liviano.
- Si cambiamos el material por uno más liviano la arena saltará más.
- No importa que material se utilice, la arena saltará siempre igual porque es la misma frecuencia.



3.- ¿Qué parte del oído representa la lámina vibrante?

¹ <https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=t-Bg8GITW8M>

- El tímpano
- La membrana timpánica

Desarrollo

Antes de iniciar la experimentación entregue las distintas membranas a cada grupo para que identifiquen las características del material de cada una ellas. Luego Instale el generador de frecuencias al altoparlante a una frecuencia baja, del orden de 100 Hz, coloque encima del bastidor una de las membranas y encienda el generador de frecuencia. Una vez que comience a vibrar la membrana, deje caer los granos de sémola sobre la membrana. Pídale a los estudiantes que completen la tabla de la pregunta número 4 con las observaciones. Luego configure el generador de frecuencia a una más alta, del orden de los 3KHz y espere que los estudiantes registren lo observado y apague el generador de frecuencia. Cambie la membrana y repita el procedimiento anterior para ambas frecuencias.



¡Manos a la obra!
Comprendamos cómo es que escuchamos

Materiales:

- Membranas de distintos materiales
- Tubo con bastidor
- Altoparlante
- Generador de frecuencia



¿Qué haremos?

- Conecta el altoparlante al generador de frecuencia.
- Coloca las membranas de distintos materiales.
- Configura el generador de frecuencia a una baja frecuencia.
- Enciende el generador de frecuencia.

Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:



3.- ¿Qué diferencias pudiste observar entre las distintas membranas? Completa la tabla según lo observado.

Frecuencia	Membrana negra	Membrana de cartulina	Membrana transparente

4



4.- Luego de observar el efecto de las ondas sonoras en los diferentes tipos de membranas, describe la relación que existe entre el movimiento de la harina con el material que se utilizó.

- La harina se movió menos con las membranas que eran más gruesas.
- La harina se movió más con la membrana transparente porque es más flexible.
- La harina se movió menos en la membrana negra porque no estaba tan tensa como las otras.



5.- Considerando que las membranas están simulando el tímpano ¿Cuál sería la consecuencia de las variables anteriores para la audición humana?

- Si el tímpano es más grueso, costará más hacerlo vibrar. Esto provocará que escuchemos menos.
- Si el tímpano no está lo suficientemente tenso, no se podrá escuchar bien ya que no se podrá hacer vibrar adecuadamente.
- Si el tímpano no es lo suficientemente flexible, costará más escuchar porque costará , más hacerlo vibrar.

Antes de comenzar la experiencia, configure el osciloscopio en modo normal para que la señal mostrada en la pantalla perdure por más tiempo. Muestre a los estudiantes el montaje de la experiencia. Describa que se tiene un pabellón auricular (oreja), la cual va conectada a un extremo del tubo cilíndrico. Al otro extremo del tubo se encuentra una membrana tensa donde se sobrepone un altoparlante con un vástago que está tocando levemente la membrana. Finalmente el altoparlante va conectado al osciloscopio. Para mostrar lo que ocurre en la experiencia, pida a un estudiante que se acerque al pabellón auricular y hable fuerte hacia el canal auditivo, mientras los otros estudiantes observan lo que ocurre en la pantalla del osciloscopio. Pida a un segundo estudiante que hable fuerte por el pabellón auricular hacia el canal auditivo para que los estudiantes puedan observar la señal con una frecuencia distinta.



¡Manos a la obra!
Comprendamos cómo es que escuchamos

Materiales:

- Maqueta de oído
- Osciloscopio

¿Qué haremos?

- Prende el osciloscopio de la maqueta.
- Acércate a la oreja y habla fuerte.
- Observa lo que ocurre en el osciloscopio.



5



5.- Describe la propagación de la onda sonora desde que es emitida hasta que es recibida por el osciloscopio.

- La onda sonora entra por el oído, hace vibrar la membrana y mueve el palo (vástago) que se encuentra adherido al altoparlante. La señal recibida por el osciloscopio es producida por el movimiento del palo en el parlante.

Cierre

Para iniciar la pregunta 6, se recomienda consultar a los estudiantes sobre su respuesta en la pregunta anterior y así realizar un plenario sobre la propagación de la onda sonora a través de la maqueta oído y relacionar la anatomía del oído con las partes de la maqueta, es decir, relacionar el tubo cilíndrico con el canal auditivo, la membrana con el tímpano y el vástago con la cadena de huesecillos (Martillo, Yunque y Estribo).

Para realizar la analogía del osciloscopio con la anatomía del oído, se recomienda retomar la idea de la clase anterior sobre el papel que juegan las células ciliadas en el proceso de audición humana, destacando lo siguiente:

- a) Cuando la onda sonora es propagada a través del líquido interior de la cóclea, ésta estimula a la célula ciliada, generando que las células se muevan con el paso de la onda.
- b) El movimiento o estimulación de las células ciliadas genera un impulso nervioso que viaja a través del nervio auditivo hasta el cerebro.
- c) Las células ciliadas son selectivas puesto que sólo se estimulan con una frecuencia determinada que va de los 20 Hz a los 20.000 Hz
- d) La célula ciliada es la encargada de transformar una onda mecánica a una señal eléctrica.

Posteriormente se retoma el rol del osciloscopio dentro de la maqueta oído y se destaca que éste recibe, a través del altoparlante, una onda mecánica la cual es transformada por el osciloscopio a una señal eléctrica que se puede observar en la pantalla. Con lo que finalmente se concluye que el osciloscopio simula el rol de las células ciliadas y esta transformación de ondas, se denomina transducción, por lo que el oído interno en conjunto es un transductor de ondas.

Para ejemplificar lo que es un transductor se recomienda analizar el ejemplo de la clase anterior sobre el teléfono de vasos y mencionar que éste recibe por un vaso una onda de tipo mecánica y longitudinal, luego al pasar por el hilo se transforma a una onda mecánica transversal y finalmente se transforma en una onda mecánica longitudinal cuando es recibida por el otro vaso.

A continuación se le pide a los estudiantes que tomen apuntes del plenario anterior.



6.- ¿cómo se relaciona la señal mostrada en el osciloscopio con lo que pasa en el oído interno?

- En el oído interno se encuentran las células ciliadas, las cuales se mueven con distintas frecuencias. Este movimiento genera que la onda mecánica que se propaga a través del líquido de la cóclea se transforme a una señal eléctrica.

El siguiente párrafo está para que los estudiantes tengan un refuerzo de la explicación anterior.

¿Cómo escuchamos?

El oído está dividido en tres partes, el oído externo, medio e interno. El oído externo consta del pabellón auricular (oreja) y el canal auditivo, el oído medio empieza desde el tímpano hasta la juntura que se tiene la cadena de huesecillos con la cóclea y el oído interno consta de la cóclea, que en su interior se encuentra el líquido coclear y las células ciliadas adheridas a su pared, y el nervio auditivo. Cuando la onda sonora es emitida, entra por el oído externo y se propaga por el canal auditivo hasta incidir en el tímpano, lo cual provoca que este mueva la cadena de huesecillos con la misma frecuencia de la onda incidente. Cuando el Yunque mueve a la cóclea, produce que el líquido en su interior se mueva con la misma frecuencia.

Las células ciliadas que se encuentran en la pared de la cóclea. Estas células son selectivas puesto que se mueven sólo con una frecuencia determina, por lo que la onda que se propaga a través de la cóclea, sólo es capaz de estimular sólo a aquellas células que pueden "leer" la frecuencia que se está propagando. El movimiento de estas células producen un impulso nervioso que se propaga hasta el cerebro como una señal eléctrica. A este proceso se le denomina transducción, puesto que las células ciliadas transforman una onda mecánica a una de tipo eléctrica.

¿Quieres reparar parte de lo aprendido en estas clases?

Escanea el código QR con tu celular y podrás ver un video del oído.

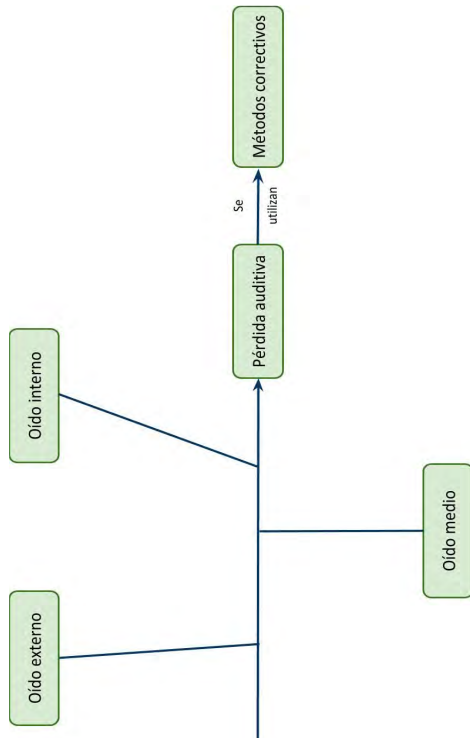


Para realizar la última actividad mencione al estudiante que éste es un diagrama de causa-efecto o también llamado Ishikawa. En este diagrama se muestra como efecto métodos correctivos, por lo que ellos deben completar el diagrama con todas las causas que se han estudiado en las clases anteriores que produzcan pérdida auditiva. Además deben indagar en internet acerca de algunas de las afecciones que puede tener las distintas partes del oído.

² <https://www.youtube.com/watch?v=PuC1BDFUg2I>



De forma grupal completa el ishikawa sobre las causas de la pérdida auditiva. Para completar utiliza todo lo que aprendiste en estas clases.



Guía 3: ¿Cómo viaja el sonido?






Apoyo docente



Nivel	1º año medio
Unidad	Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas
Tema a tratar	La propagación de ondas en canales rectos y curvos
Objetivos	Explorar y describir el funcionamiento del oído, considerando: <ul style="list-style-type: none"> - La recepción de ondas sonoras. - La propagación de ondas en canales.
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad. - Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema.
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, disfrutando del crecimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorando su importancia para el desarrollo de la sociedad. - Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.
Palabras claves	Frente de ondas, perturbación, canal, pulso.
Indicadores de evaluación	Explican la función de las estructuras del oído (oído externo, medio e interno) en el proceso de audición del ser humano.
Tiempo estimado	2HP, aproximadamente 1h y media
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Guía del estudiante - Generador de ondas - Cubeta de ondas - Canal recto - Canal curvo (cóclea)

Sobre la simbología de la guía del estudiante:

Existen distintas simbologías en la guía del estudiante, las cuales representan distintas instrucciones a seguir por parte de los estudiantes

	Indica que los estudiantes deben observar el vídeo
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma individual
	Indica que los estudiantes deben trabajar de forma grupal
	Indica el momento de experimental o trabajar con el material de laboratorio
	Indica un plenario o puesta en común como grupo curso con el docente como guía

Sobre los instrumentos y materiales:

Para esta clase, además de la utilización de la guía del estudiante se necesita utilizar la cubeta de ondas, un canal recto y el canal que representa la cóclea.

Las secciones que serán extraídas de la guía del estudiante se encontrarán escritas en texto gris, para marcar la diferencia entre lo que se les entrega a los estudiantes y el material docente.

Inicio

Para el inicio de la clase se propone visualizar un vídeo de la construcción y uso de un teléfono de vasos. Este vídeo tiene como objetivo introducir la propagación de la onda por medios no gaseosos, en este caso la cuerda vibrante, para poder trabajar con la propagación de ondas en una cubeta y en canales.



Observa el vídeo y responde las siguientes preguntas



¿Quieres volver a ver el vídeo?

Escanea el código QR con tu celular y podrás.



La pregunta que prosigue a la visualización del vídeo es de carácter introductorio, por lo que no existen respuestas correctas o incorrectas, pueden ser más cercanas o alejadas al concepto físico. Es importante volver a retomar estas preguntas en el cierre de la clase y comparar lo que los estudiantes creían con lo que aprendieron, para que ellos sean conscientes del aprendizaje que realizaron.



1.- ¿Cómo crees que el sonido viaja por el hilo? ¿Cuál crees que son las condiciones del hilo para que la onda pueda viajar?

- El sonido no viaja por el hilo, pero este como mueve el aire hace que se mueva.
- El hilo se mueve al igual que como el sonido viaja en el aire.
- La onda viaja de la misma forma pero no con la misma velocidad en el hilo como en el aire.
- La onda al viajar por la cuerda mantiene su frecuencia pero cambia su longitud de onda y rapidez de propagación
- Si el hilo no se encuentra tenso la onda no podrá viajar por el.

En esta primera pregunta *¿Cuál crees que son las condiciones del hilo para que la onda pueda viajar?* se recomienda dar el ejemplo de una guitarra o instrumento de cuerdas con las cuerdas sueltas, para contextualizarla en otra situación de la misma naturaleza.

Desarrollo

Posteriormente se explica la actividad experimental de la clase, la cual consta de la utilización de una cubeta de ondas, un generador de ondas y canales rectos y curvos. En la guía del estudiante se adjuntan las siguientes instrucciones:



¡Manos a la obra!

Comprendamos cómo es que la onda sonora se propaga por el tubo

Materiales:

- Generador de ondas.
- Cubeta de ondas.
- Canal recto.

¿Qué haremos?

- Llena la cubeta con agua u otro líquido.
- Coloca el canal dentro de la cubeta de ondas.
- Coloca el generador sobre la cubeta de ondas.
- Coloca la linterna bajo la cubeta de ondas.
- Configura el generador de frecuencia y enciende.
- Enciende la linterna.

En esta parte de la clase es necesario oscurecer al máximo la sala de clases para poder observar las ondas. En la siguiente imagen se muestra el montaje propuesto para esta parte. Al colocar la linterna por debajo de la cubeta las ondas se reflejarán en el techo de la sala, por lo que todos los estudiantes podrán observar lo que ocurre. Otro posible montaje es utilizar un espejo por debajo de la cubeta y colocar la linterna bajo de ésta, para realizar la proyección al techo a través del espejo.



4



Para que a luz no genere interferencias se recomienda utilizar un difusor, el que puede ser una hoja de papel blanca o papel mantequilla. Esta actividad y la siguiente se pueden realizar sin la necesidad de un generador de frecuencia, ya que se pueden generar las ondas con un lápiz o la misma mano tocando la superficie del agua. Si se hace de esta forma o con el generador de ondas es importante que el elemento perturbador (el generador o la mano) no toque las paredes de la cubeta, ya que esto generará una perturbación en las ondas que se proyectarán y no podrá observarse claramente el fenómeno.

Instrucción para la experimentación

Debe dejar fijo el generador de ondas o si utilizará la mano o un lápiz, procure realizar siempre en el mismo punto la perturbación. Divida en tres partes la observación. Inicialmente coloque la cavidad al frente del generador de ondas y le pide a sus estudiantes que observen el fenómeno y luego lo dibujen la guía. Luego mueva el canal hacia el extremo derecho o izquierdo de la cubeta. Para ello desatornille los pernos utilizados en las barreras del canal, esto permitirá variar la distancia que existe entre las paredes de la cubeta y el canal, disminuya al máximo esta distancia y vuelva a atornillar los pernos. Encienda el generador de ondas y pida a los estudiantes que vuelvan a observar el fenómeno y que registren a través de un dibujo. Finalmente varíe la distancia de las barreras para que la posición del canal esté a $\frac{1}{4}$ de la distancia del otro extremo de la pared de la cubeta. Pídale a los estudiante que observen el fenómeno y registren la observación en el recuadro de la guía. Lo que se podrá apreciar será similar a esto:

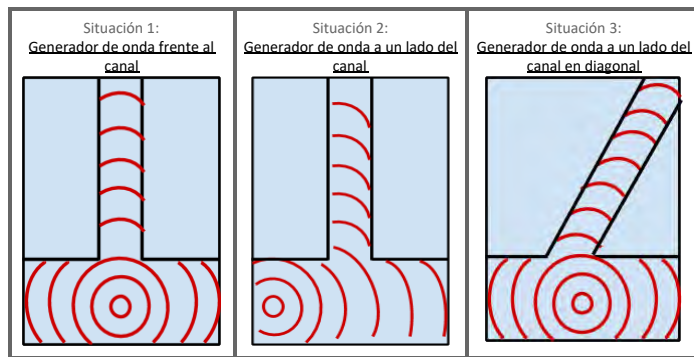


5

Luego de experimentar, responde las siguientes preguntas:



2.- En el siguiente recuadro, dibuja las situaciones anteriores:



Estas preguntas van enfocadas a que se haga la analogía de lo que se vio con el viaje del sonido en nuestros oídos. En las líneas los estudiantes deben nombrar la situación representada, como se observa en las respuestas



3.- ¿Cómo es posible que la onda pueda viajar por la cavidad en las tres situaciones?

- Las ondas pueden viajar a través de la cavidad ya que al tocar se genera una onda que se mueve en todas las direcciones en el agua.
- Si se hace una analogía con cómo escuchamos, se puede decir que nosotros siempre escuchamos, aunque el sonido no esté frente a nuestros oídos.
- Las ondas pueden entrar siempre a la cavidad ya que la onda se propaga en el agua y parte de esta siempre entrará al canal.



4.- ¿Existirá alguna similitud entre la cavidad y nuestro oído? Expliquen.

- Nuestro oído también es una cavidad recta, por donde viaja el sonido y luego entra.
- Nuestro oído completo es una cavidad por donde viaja el sonido, que posee más partes que permiten que podamos escuchar.

6

Para dar inicio a la siguiente experimentación, pídale al estudiante que analice el paso de la onda en el ejemplo del teléfono y la onda en experiencia en la cubeta y mencione que en el ejemplo del vaso con el hilo, pudimos obligar a la onda pasar por una cavidad más pequeña que la original al igual que en la cubeta con la cavidad recta, ¿se logrará el mismo efecto si cambiamos la forma de esta cavidad?



¡Manos a la obra!

Ahora experimentemos con una maqueta de la cóclea

Materiales:

- Generador de ondas.
- Cubeta de ondas.
- Canal curvo.

¿Qué haremos?

- Llenar la cubeta con agua u otro líquido.
- Colocar el generador sobre la cubeta de ondas.
- Colocar canal curvo dentro de la cubeta.
- Encender el generador de ondas y configurar la frecuencia.

Este montaje es similar al anteriormente descrito, pero en vez de utilizar el canal recto se utiliza el curvo que representa la cóclea de nuestro oído.

Luego de esta segunda experimentación, responde las siguientes preguntas:



5.- ¿Cómo se propaga la onda por el canal curvo? explica y dibuja.

- Se propaga igual que antes, sólo que ahora sigue la curva de la cavidad.
- Se propaga siguiendo la curva del canal.

Cierre

Las últimas cuatro preguntas de la clase se recomienda hacerlas como lluvia de ideas, para contestarlas como grupo curso y aclarar algunos términos que no quedaron claros. Projete la imagen del oído o pídale a los estudiantes que observen la imagen del oído presente al final de la guía y repase las partes de este. Pregunte qué forma tienen los distintos canales del oído, por ejemplo: el oído externo tiene la forma de un canal recto y la cóclea tiene forma de un canal curvo.



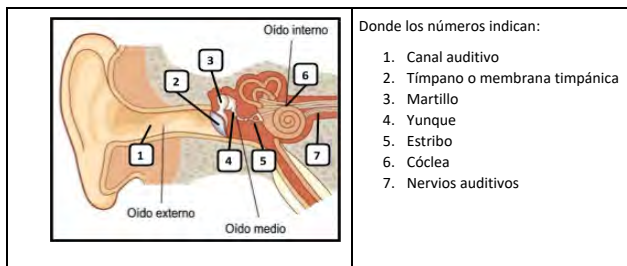
7.- ¿A qué parte de nuestro oído se asemeja la forma del canal recto y el curvo?

- El canal curvo se asemeja al oído interno y el recto al externo.
- El canal curvo representa la cóclea, parte del oído interno y el recto al canal auditivo, parte del oído externo.

Muestre la imagen capturada en el cierre de la clase anterior y visualice en conjunto con los estudiantes las diferencias y similitudes de la idea previa a la experimentación y la propagación dada por la experimentación. Esto se hará con la pregunta 9

7

- 8.- Observa la imagen del oído y realice una analogía entre la cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo) y la cóclea con el montaje experimental anterior.



- 9.- ¿A qué conclusiones llegamos?

- Las ondas se propagan por cavidades o conductores (como el hilo)
- Existen dos canales en el oído, el externo que es recto y el interno que contiene fluido que es la cóclea.
- La densidad de un líquido hará que las ondas no viajen de la misma manera en él.
- Las células ciliadas son las encargadas de captar la frecuencia que incide y las transforma en impulsos nerviosos.
- Cuando las células ciliadas no funcionan, se utiliza un implante coclear que realiza la misma función que las células ciliadas.

¿Quieres saber más del oído interno y sus cavidades? Escanea el código QR con tu celular y podrás saber un poco más.



Es necesario mencionar a los estudiantes que en la pared interior de la cóclea existen las células ciliadas que son las encargadas de discriminar la frecuencia propagada en esta. Aquellas células presentes en extremo inicial son las encargadas de "leer" las frecuencias más altas, a medida que nos acercamos al final de la cóclea, las células presentes "leen" frecuencias más bajas. Por otro lado se debe destacar la densidad del líquido de la cóclea, a medida que es más denso, mayor es la resistencia a propagar las ondas.

La siguiente imagen se utiliza para introducir algunos conceptos asociados a la próxima clase, al leer el código QR los estudiantes se dirigen a una página donde se detallan más las partes del oído interno desde un punto de vista biológico.

¹ El código QR es la codificación del siguiente link:
https://www.partesdel.com/partes_del_oido_interno.html

Evaluación final: Audición y sonido

¡Demostremos lo aprendido!

1º medio

Apoyo docente



Nivel	1º año medio
Unidad	Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas
Tema a tratar	Audición y sonido
Objetivos	Aplicar y sintetizar lo aprendido de audición y sonido.
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Sintetizar lo aprendido en la secuencia de aprendizaje. - Relacionar los conceptos a través de conectores. - Jerarquizar los conceptos aprendidos. - Relacionar los conceptos aprendidos con situaciones problemas.
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad.
Palabras claves	sistema auditivo, transductor, contaminación acústica, onda sonora.
Indicadores de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterizan las ondas sonoras - Caracterizan y describen el umbral de audición sonora. - Explican la función de las estructuras del oído (oído externo, medio e interno) en el proceso de audición del ser humano. - Describen el oído como un sistema capaz de receptionar algunas frecuencias sonoras para transformarlas en impulsos eléctricos. - Sintetizan y organizan los conceptos realizando la telaraña.
Tiempo estimado	2HP, aproximadamente 1h y media
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Indicaciones al estudiante - Materiales de diversa naturaleza (distintos tipos de papeles, palitos de maqueta, pegamentos, tijeras, plastilina)

Antes de responder lee atentamente las instrucciones. En esta evaluación demostrarás tus conocimientos sobre sonido y audición.

Al momento de entregar las instrucciones generales, se debe mencionar que ellos tienen a libre disposición todos los materiales, por lo que deben ser conscientes con los compañeros y compartir dichos materiales. Por otro lado se debe destacar que la telaraña es un mapa conceptual no estructurado, es decir, la disposición de los conceptos es a libre elección pero la jerarquización de los conceptos debe ser clara; se debe destacar el concepto central, los conectores y los conceptos secundarios.

Para elegir el concepto central se debe tener en consideración la cantidad de información que puede abordar desde dicho concepto, por lo que el concepto central debe ser el más general de todos. Por ejemplo si se toma como concepto central "amarillo", se puede conectar menos conceptos que si se toma como concepto central "color" ya que "amarillo" es un concepto más específico que el concepto "color". Luego de escoger el concepto central, se debe ir conectando aquellos conceptos que estén directamente relacionados, los cuales llamaremos conceptos secundarios y a estos se le conectarán aquellos conceptos que son más específicos y así sucesivamente hasta llegar a aquellos conceptos que ya no se puede le puede relacionar con otro concepto como lo sería un ejemplo.

Instrucciones:

Esta evaluación la realizarán en grupos de 3 hasta 5 personas, utilizarán todos los materiales que existen a su disposición, como cartulinas, tijeras, pegamentos, palillos, plastilina, lápices de colores, etc. para realizar una telaraña donde relacionarán conceptos aprendidos en la unidad de audición y sonido.

Para la construcción de la telaraña deberán tener en consideración la *jerarquización* de los conceptos, es decir, la organización e importancias que tuvieron los distintos conceptos en el desarrollo de la unidad. También deben tener presente la conexión que tienen los conceptos, el cómo se relacionan. Sé limpio al momento de trabajar para que tenga buena presentación, esta será considerada al momento de la evaluación final.

Debes usar al menos 10 conceptos de la lista a continuación.

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Onda | 14. Nodo |
| 2. Sonido | 15. Antinodo |
| 3. Oído interno | 16. Longitud de onda |
| 4. Oído medio | 17. Frecuencia |
| 5. Oído externo | 18. Cóclea |
| 6. Mitigación | 19. Líquido |
| 7. Material | 20. Canal |
| 8. Absorción | 21. Célula Ciliada |
| 9. Tímpano | 22. Transductor |
| 10. Métodos correctivos | 23. Señal eléctrica |
| 11. Aire | 24. Pérdida auditiva |
| 12. Onda mecánica | 25. Sistema auditivo |
| 13. Ruido | 26. Oído |

Rúbrica de evaluación

Criterio	3 puntos (>80%)	2 puntos (80% - 50%)	1 punto (<50%)	Puntaje obtenido
Conceptos utilizados	Utiliza los conceptos mínimos solicitados.	Utiliza menos de 8 conceptos.	Utiliza menos de 5 conceptos	
Conexión entre conceptos	Los conectores utilizados son coherentes y precisos, por lo que conexión de las ideas quedan claras.	Los conectores utilizados son coherentes pero no precisos. La conexión de las ideas quedan claras. Algunas conexiones son erróneas.	Los conectores utilizados no son coherentes, lo cual dificulta la conexión clara de las ideas.	
Prolijidad del trabajo	Se distinguen los conectores, los conceptos y la unión de estos con facilidad.	Se distinguen con dificultad los conectores, los conceptos y la unión de estos.	No se distinguen los conectores, los conceptos y la unión de estos.	
Orden de los conceptos	Se distingue el concepto central, de los conceptos secundarios, el cual puede ser desglosado utilizando diferentes conceptos hasta finalizar en el último concepto que concluye la idea.	Desglosa la idea central finalizando con un concepto que puede ser desglosado. Algunos conceptos no se encuentran bien ordenados según su jerarquía.	No se distingue un concepto central, las conexiones no son las más adecuadas.	

Observaciones:

Anexo 3: Encuestas de validación

ENCUESTA DE VALIDACIÓN: GUÍAS

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea "Totalmente en desacuerdo" o "En desacuerdo".

Nombre del experto:	
Título(s) profesional(es) que posee:	
Señale sus años de ejercicio docente:	
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	
¿Ha enseñado sonido y oído en los últimos cinco años?	

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una X en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1		X		

Respecto al documento con las indicaciones al docente de la clase:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente realice las demostraciones contempladas en la guía.				
Las indicaciones le permiten al docente realizar puestas en común ¹ de acuerdo a las actividades de la guía.				
Utilizando las indicaciones se facilita a los estudiantes realizar predicciones y responder a lo planteado.				

Con respecto al documento que contiene la guía utilizada en la clase:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son claros y precisos.				
Las actividades de la guía 1 permiten cumplir los objetivos propuestos.				
Las actividades están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				
Las actividades permiten desarrollar Habilidades Científicas en los estudiantes.				
Las actividades de la guía 1 pueden realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).				
Las actividades propuestas son apropiadas y fáciles de implementar.				
El nivel de dificultad de las actividades es apropiado para 1º EM.				
Los espacios de respuesta son suficientes para contestar cada pregunta.				
La guía 1 presenta espacios para registrar datos y resultados obtenidos.				

¹ Refiérase a puesta en común cuando se hace un plenario como grupo curso, donde el docente es el intermediario y mediador del discurso.

Con respecto la contextualización:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Contextualización			
	1	2	3	4
La calidad del escrito permite identificar claramente los datos y variables deseados.				
El contenido del escrito es pertinente con los objetivos planteados en la guía.				

Con respecto a la experimentación utilizada en la clase:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Experimentación			
	1	2	3	4
La experimentación permite desarrollar y trabajar habilidades científicas.				
La experimentación es pertinente con los objetivos planteados en la guía.				
La experimentación permite recolectar datos fiables y obtener conclusiones relacionadas al tema de la clase.				

Comentarios:

Agradecemos su participación y colaboración.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN: EVALUACIÓN FINAL

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea "Totalmente en desacuerdo" o "En desacuerdo".

Nombre del experto:	
Título(s) profesional(es) que posee:	
Señale sus años de ejercicio docente:	
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	
¿Ha enseñado sonido y oído en los últimos cinco años?	

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una X en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1		X		

Respecto al documento con las indicaciones al docente de la evaluación final:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Evaluación final			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente poder desarrollar la evaluación de manera adecuada.				
Utilizando las indicaciones se facilita a los estudiantes realizar predicciones y responder a lo planteado.				

Con respecto al documento que contiene la evaluación final utilizada:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Evaluación final			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones son claros y precisos.				
La actividad de la evaluación permiten cumplir los objetivos propuestos.				
La actividad están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				
La actividad permiten desarrollar Habilidades Científicas en los estudiantes.				
La actividad de la evaluación final puede realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).				
Las actividades propuestas son apropiadas y fáciles de implementar.				
El nivel de dificultad de la actividad es apropiado para 1° EM.				

Comentarios:

Agradecemos su participación y colaboración.