



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO,
FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE
IDIOMAS

Especialidad de Física y Química

Desarrollo de actividades sobre el sonido e influencia en las ideas previas

Ana Belén Álvarez Martínez

Tutora:
Dra. Rosa M. Villamañán Olfos

Curso 2012-2013

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es, por un lado, desarrollar actividades basadas en el modelo del ciclo de aprendizaje y, por otro lado, evaluar cómo influyen éstas en la construcción de conceptos científicos sobre sonido en estudiantes de Educación Secundaria. Se aplica una prueba inicial para detectar las ideas previas relacionadas con el sonido a alumnos de 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria. Después se llevan a cabo las actividades desarrolladas y finalmente se aplica una nueva prueba para evaluar el desarrollo conceptual. Los resultados revelan que los alumnos han experimentado una ligera evolución de las ideas previas y que utilizan las concepciones científicas a la hora de explicar el sonido y los principios implícitos que guían en la manera en que se conciben estos fenómenos.

ÍNDICE

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	5
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	7
A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
B. OBJETIVOS	8
C. MODELO DE INTERVENCIÓN	9
II. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
A. PARTICIPANTES	17
B. TAREAS Y PROCEDIMIENTOS	17
C. FASES DE LA INVESTIGACIÓN	18
III. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1. MARCO LEGAL	19
2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN	24
A. ANÁLISIS DE LAS IDEAS PREVIAS EN ONDAS Y SONIDO	24
B. ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS IDEAS PREVIAS	26
1) La elaboración de cuestionarios de pregunta abierta para analizar las ideas previas que tienen nuestro alumnado.	26
2) Análisis del cuestionario de ideas previas.	28
C. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES	32
1. Actividades desarrolladas	32
Actividad 1: Ondas sonoras	33
Actividad 2: Desplazamiento del sonido	36
Actividad 3: Velocidad del sonido	38
Actividad 4: Caja de resonancia	41
Actividad 5: Resonancia	44
Actividad 6: Reflexión del sonido	48

Actividad 7: Absorción del sonido	54
2. Implementación	56
D. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS	57
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	65
REFERENCIAS	67
ANEXOS	69

INTRODUCCIÓN

Este trabajo corresponde a la memoria del Trabajo Fin de Máster cuyo propósito es poner en práctica los conocimientos que se han ido adquiriendo en el mismo. En este trabajo en particular se pretende desarrollar actividades basadas en un modelo del ciclo de aprendizaje que ayuden a los alumnos a hacer evolucionar sus ideas previas hacia los conceptos científicos existentes sobre ondas y sonido.

El sonido tiene tal importancia en el ser humano que hace prácticamente innecesaria la justificación de su presencia en los *curricula* y programas escolares, tanto anteriores como actuales. Pero a pesar de ello, y de su evidente interés, suelen relegarse a segundo plano, y muchas veces ni siquiera se tratan.

El sonido es un fenómeno físico omnipresente en la vida que estamos acostumbrados a experimentar e interpretar de forma espontánea desde que nacemos, y, en muchas ocasiones, errónea. Además, estamos inmersos en una sociedad que utiliza términos en el lenguaje cotidiano con diferentes significados que en el lenguaje científico como “frecuencia”. Todo ello hace que los alumnos tengan concepciones intuitivas, denominadas ideas previas, generadas a través de las experiencias cotidianas que son muy persistentes y difíciles de cambiar.

La investigación educativa ha puesto de manifiesto que es necesario tener en cuenta las ideas previas de los alumnos en la planificación de propuestas didácticas. Deben ser el punto de partida para una intervención intencionada, lo importante no es solo identificarlas sino cómo se puede trabajar para favorecer el aprendizaje de los alumnos. Sin embargo, muchas veces se ignoran en el proceso educativo debido principalmente:

- Los materiales didácticos como el profesor las ignoran
- Falta de actividades y recursos didácticos que puedan dotar a los alumnos de un conocimiento más preciso y controlado de los fenómenos cotidianos, de forma que le permita crear la necesidad de interpretarlos, de contrastar ideas, de crear conflictos o posibilitar la evolución conceptual.

En este sentido se plantea este trabajo, se comienzan con un planteamiento de la investigación, donde se incluye la descripción del problema, los objetivos y se describe

el modelo de intervención. Seguidamente se explica cómo se ha desarrollado la investigación llevada a cabo, teniendo en cuenta los participantes y el contexto, las tareas y procedimientos y, finalmente, las fases de la investigación realizadas. En la primera fase, se analizan las ideas previas sobre ondas y sonido que la investigación educativa ha puesto de manifiesto mediante una búsqueda bibliográfica. En la segunda fase, se elabora un cuestionario y se analizan las ideas previas que sobre ondas y sonido tienen nuestros estudiantes. En la tercera fase, se desarrollan e implementan las actividades, teniendo en cuenta el análisis sobre ideas previas realizado a los alumnos. Estas actividades incluyen la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación que juegan un papel importante. En la cuarta fase, se realiza un análisis de la evolución de las ideas previas aplicando nuevas pruebas para evaluar cómo han evolucionado. Por último, se incluyen las referencias bibliográficas empleadas en la elaboración de este trabajo y anexos con información complementaria.

Los objetivos que se pretenden conseguir con este trabajo son:

- Diseñar y elaborar actividades sobre algunos fenómenos relacionados con el sonido.
- Implementar las actividades basándose en un ciclo de aprendizaje.
- Aplicar los conocimientos científicos a los contextos cotidianos y tecnológicos.
- Desarrollar en los estudiantes las habilidades lingüísticas y de observación, análisis, argumentación y obtención de conclusiones.
- Favorecer la motivación de los estudiantes y su implicación en la dinámica del aula, fomentando el interés por la Física.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Diversas investigaciones muestran que los estudiantes no vienen a clase con una mente en blanco. Generalmente ellos tienen ideas propias para interpretar los fenómenos de la naturaleza, el mundo que los rodea. En algunos casos, estas concepciones concuerdan con los nuevos conocimientos enseñados en el aula, pero a veces existen contradicciones entre sus creencias que no coinciden con las ideas científicamente aceptadas. Así mismo estos conocimientos previos influyen en cómo los estudiantes aprenden el nuevo conocimiento científico. Diversos autores establecen que es necesario que el docente conozca las ideas que tienen los estudiantes sobre un tema en particular ya que ellas influirán en el aprendizaje, como lo afirmó Ausubel (1983) en su famosa frase “Si tuviera que reducir toda la Psicología educativa a un solo principio enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente”.

La presencia de estas ideas de los alumnos es muy relevante para el proceso de construcción del conocimiento científico, dado que los estudiantes, aprenden sobre la base de lo que ya conocen. Hay que tener en cuenta que estas ideas previas en la mayoría de los casos son construcciones erróneas fruto de un proceso autónomo basado en los conocimientos que les aportan sus experiencias cotidianas. Al incorporar una nueva información, activan en su memoria los conocimientos relacionados con ella, establecen conexiones e interpretan la nueva información en función del conocimiento previo existente (Ausubel et al, 1983).

El principal problema de estas ideas es su persistencia, en ocasiones resulta complicado sustituir estas por las ideas científicas; incluso después de la explicación formal la mayoría de estas ideas continúan persistiendo. Aunque pueden sufrir una evolución gradual e irse aproximando a las ideas científicas.

Los alumnos en un principio se suelen mostrar reacios a modificar estas ideas preestablecidas, por lo que puede ser una buena excusa para entablar un diálogo

razonado entre alumno-profesor y alumno-alumno.

A la hora de desarrollar las competencias básicas hay que tener en cuenta estas ideas previas, e incluir experiencias o herramientas que actúen sobre las mismas y ayuden a modificarlas.

En este trabajo se desarrollan actividades que incluyen pequeñas experiencias respecto a las cuales los alumnos deben realizar observaciones y una vez contrastados los resultados con sus concepciones se propicia una reflexión y debate donde los alumnos pueden irse dando cuenta de sus ideas erróneas de forma que sean el punto de partida hacia la construcción de las concepciones científicas.

El aprendizaje es un proceso complejo debido a que aprender ciencias no implicaría la sustitución de ideas o formas de pensar, sino un cambio sustancial en los principios más implícitos que guían el entendimiento, la interpretación y la comprensión del mundo.

B. OBJETIVOS

En este trabajo pretendemos efectuar el desarrollo de actividades sobre ondas y sonido tendente a potenciar un cambio gradual y paulatino del modo de conocer de los alumnos de educación secundaria con relación al fenómeno del sonido de forma que propicie la construcción del conocimiento científico.

Para intentar conseguir este objetivo se proponen las siguientes acciones:

- Indagar las ideas previas sobre el sonido que tienen el alumnado de secundaria.
- Desarrollar actividades que permitan abordar la enseñanza y el aprendizaje con fenómenos cotidianos y sencillos que pongan en juego las ideas previas de los alumnos.

Las diversas actividades desarrolladas involucran a los estudiantes en la realización de pequeñas experiencias, la resolución de problemas, las búsquedas de bibliografía, la construcción de modelos, etc. El papel del docente en las actividades propuestas implica su exposición, argumentación y debate para ayudar a los alumnos a construir su conocimiento científico. Así mismo debe presentar cómo se construye la ciencia,

enseñar procedimientos relacionados con la elaboración de explicaciones y la aplicación de los modelos de la ciencia y guiar a los estudiantes en el análisis crítico y reflexivo respecto del aprendizaje experimentado.

C. MODELO DE INTERVENCIÓN

El Ciclo de Aprendizaje planifica una secuencia de actividades que se inician con una etapa exploratoria, la que conlleva la manipulación de material concreto, y a continuación prosigue con actividades que facilitan el desarrollo conceptual a partir de las experiencias recogidas por los alumnos durante la experimentación. Luego, se desarrollan otras actividades para aplicar y evaluar la comprensión de esos conceptos.

Estas ideas están fundamentadas en el modelo “Aprendiendo de la Experiencia”, que se aplica tanto para niños, jóvenes y adultos (Kolb 1994), el cual describe cuatro fases básicas:

- 1) Iniciación
- 2) Proceso y observación
- 3) Desarrollo conceptual
- 4) Aplicación

A partir de la experiencia concreta, que comienza con la observación y el análisis (¿Qué sucede? ¿Cuál es la relación entre el proceso y el resultado final?), se continúa con la conceptualización y luego la generalización (¿Por qué es relevante? ¿Qué se puede aprender de eso?), y concluye con el pensamiento acerca de cómo aplicar lo aprendido (¿Cómo y cuándo lo puedo utilizar?).

El Ciclo de Aprendizaje representa una familia de modelos que varían en las fases propuestas por distintos autores. Hemos adoptado un modelo en cinco fases:



1) Iniciación:

El propósito es que los alumnos identifiquen un problema o pregunta que genere una discusión en la cual pueden explicitar sus conocimientos y preconcepciones sobre el fenómeno.

2) Proceso y observación:

El propósito de esta fase es incentivar al alumno para que formule preguntas sobre el fenómeno, incentivar su curiosidad y promover una actitud indagatoria. La exploración también ayuda a identificar las preconcepciones que el alumno tiene. Se busca utilizar actividades que presenten resultados discrepantes, hechos que "contradicen" o desafían concepciones comunes.

Los alumnos trabajan individualmente, en parejas o pequeños grupos, manipulan objetos, exploran ideas y van adquiriendo una experiencia común y concreta. A los alumnos se les pide que establezcan relaciones, observen patrones, identifiquen variables y clarifiquen su comprensión de conceptos y destrezas importantes. Los alumnos explican, en sus propias palabras, para demostrar sus propias interpretaciones de un fenómeno.

3) Desarrollo conceptual:

El propósito de las actividades que se desarrollan en esta fase es entregarle al alumno definiciones de conceptos, procesos o destrezas, dentro del contexto de las ideas y experiencias que tuvieron durante la fase anterior. Estos conceptos pueden ser introducidos a través de debates, software y otros medios. Los

alumnos refinan sus concepciones iniciales y construyen nuevos conceptos.

Estas actividades, guiadas por preguntas claves que les hace el docente, deberían ayudar a que los alumnos se cuestionen sus creencias y clarifiquen concepciones equivocadas o difíciles. El uso de metáforas es especialmente efectivo.

Para promover el desarrollo conceptual, a medida que se van introduciendo los conceptos, el profesor desarrolla una secuencia de preguntas que pueden guiar la reflexión de los alumnos.

4) Aplicación:

Esta fase incluye actividades que permiten a los alumnos aplicar conceptos específicos. Estas actividades ayudan a demostrar la comprensión que los alumnos y alumnas han logrado de las definiciones formales, conceptos, procesos y destrezas, ayudándolos a clarificar sus dificultades.

Se pide a los alumnos que apliquen lo que han aprendido al predecir los resultados en una nueva situación. Las actividades de aplicación también permiten al profesor y al alumno, (incluye elementos de auto-evaluación), establecer el grado de dominio de los conceptos, procesos y destrezas definidos en los objetivos. Las actividades se focalizan en medir comprensión y razonamiento científico en la resolución de problemas en distintos contextos.

En el cuadro siguiente se presenta una caracterización que permite distinguir claramente las conductas de un profesor que enseña de acuerdo a la metodología indagatoria que propicia el ciclo de aprendizaje de un profesor que no usa este enfoque. Seguidamente se presenta otro cuadro con una caracterización que permite distinguir claramente las conductas de un alumno que aprende ciencias haciendo ciencias, desde un enfoque indagatorio, de un alumno pasivo.

Papel del Profesor		
Estadios del Modelo de Instrucción	Que son consistentes con el modelo	Que son inconsistentes con el modelo
Exploración	<ul style="list-style-type: none"> • Incentiva a los alumnos a trabajar colaborativamente sin la guía directa del profesor • Observa y escucha a los alumnos mientras trabajan • Cuando es necesario, hace preguntas que pueden orientar la investigación de los alumnos • Otorga tiempo para que los alumnos se cuestionen, piensen sobre el problema • Responde a preguntas que le formulan los alumnos 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega respuestas • Da instrucciones de cómo solucionar un problema • Entrega conclusiones • Le dice a los alumnos que están equivocados • Entrega información o datos para ayudarlos a resolver el problema • Guía a los alumnos paso a paso en la resolución de un problema
Desarrollo Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Incentiva a los alumnos para que formulen definiciones y expliquen conceptos en sus propias palabras • Les pide a los alumnos que justifiquen (den evidencia) sus aseveraciones o ideas, que las clarifiquen • Entrega definiciones formales, explicaciones y nuevos conceptos • Utiliza las explicaciones de los alumnos, sus experiencias como base a su explicación de los conceptos 	<ul style="list-style-type: none"> • Acepta respuestas sin pedir explicaciones o justificación • No le pide a los alumnos que ofrezcan explicaciones • Introduce conceptos y destrezas irrelevantes

<p>Aplicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Espera que los alumnos utilicen los conceptos, definiciones, explicaciones y nomenclatura formal ya entregada • Incentiva a los alumnos a aplicar o extender los conceptos y destrezas a situaciones nuevas • Recuerda a los alumnos explicaciones alternativas • Refiere a los alumnos a los datos/información recogida: ¿Qué es lo que ya sabe? ¿Por qué piensas eso? 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega respuestas • Entrega clase expositiva • Le dice a los alumnos que están equivocados • Entrega información o datos para ayudarlos a resolver el problema • Guía a los alumnos paso a paso en la resolución de un problema
<p>Evaluación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Observa a los alumnos aplicando lo aprendido • Evalúa los conocimientos y destrezas de a los alumnos • Busca evidencia de cambio conceptual o conductual en los alumnos • Permite que los alumnos se autoevalúen en sus destrezas, aprendizaje y colaboración • Hace preguntas "abiertas": ¿Por qué piensas que..? ¿Qué evidencia tienes? ¿Qué sabes sobre X? ¿Cómo se podría explicar X? 	<ul style="list-style-type: none"> • Mide vocabulario, términos, información aislada • Introduce ideas o conceptos nuevos • Crea ambigüedad • Promueve discusión irrelevante al concepto o destreza

Papel del Alumno		
Estadios del Modelo de Instrucción	Que son consistentes con el modelo	Que son inconsistentes con el modelo
Exploración	<ul style="list-style-type: none"> • Piensa libremente dentro del contexto de la actividad • Evalúa sus predicciones e hipótesis • Formula nuevas predicciones e hipótesis • Trata distintas alternativas, discutiéndolas con su grupo • Registra observaciones e ideas • Suspende un juicio 	<ul style="list-style-type: none"> • Deja que otros piensen y explora en forma pasiva • Trabaja aislado, sin interacción con sus pares • No logra focalizarse en la tarea • Se contenta con una sola solución y no busca otras alternativas
Desarrollo Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Explica en sus propias palabras posibles alternativas o soluciones • Escucha atenta y críticamente las explicaciones que otros dan • Hace preguntas sobre las explicaciones que entregan otros • Escucha tratando de entender las definiciones formales, explicaciones, y nuevos conceptos que entrega el profesor • Se refiere a sus experiencias previas • Utiliza sus registros de observación al elaborar explicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece respuestas sin explicaciones o justificación sin relación a evidencia • Introduce temas o experiencias irrelevantes • Acepta explicaciones sin pedir justificación • No se preocupa de evaluar distintas explicaciones

<p>Aplicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza los conceptos, definiciones, explicaciones y nomenclatura formal ya entregada al enfrentar una situación parecida • Utiliza lo que ya sabe para hacer preguntas, proponer soluciones, tomar decisiones, y diseñar experimentos • Registra sus observaciones, datos y explicaciones • Saca conclusiones razonables a partir de la evidencia recogida • Compara su comprensión con la de sus compañeros 	<ul style="list-style-type: none"> • No se concentra en la tarea asignada • Entrega conclusiones sin basarse en la información y evidencia adquirida • Sólo se limita a repetir lo que el profesor ya ha dicho
<p>Evaluación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Responde a preguntas abiertas en función a sus observaciones, evidencia, y explicaciones aceptables • Demuestra comprender o conocer los conceptos y destrezas • Autoevalúa sus destrezas, aprendizaje y colaboración • Hace preguntas "abiertas" que sugieren investigaciones de seguimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega respuestas o conclusiones que no se basan en la evidencia o explicaciones aceptables • Entrega respuestas de memoria, responde con si y no • Entrega explicaciones insuficientes • Introduce temas o conceptos irrelevantes

Empleo de las TIC's en las actividades de aprendizaje

En ocasiones cuando no se dispone del material suficiente para llevar a cabo una experiencia se puede recurrir a determinados recursos informáticos, entre ellos cabe destacar los llamados *applets*. También son útiles en aquellas ocasiones que nos encontramos con dificultades prácticas de las experimentaciones. Las simulaciones pueden convertir al ordenador en un laboratorio virtual y facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje al promover la idea de aprender investigando.

Los *applets* (application-let) son pequeños programas interactivos escritos en lenguaje Java, permiten visualizaciones gráficas de fenómenos físicos. Existen numerosos *applets* de uso libre para fines didácticos, se pueden utilizar directamente desde la página web, algunos de ellos también se pueden descargar lo que facilita el uso en aulas donde puede haber una mala conexión a Internet.

Estas aplicaciones tienen una gran potencialidad didáctica pero no basta con utilizarlas de cualquier modo, sino que hay que insertarlas en una metodología que las incluya de forma eficaz.

Hay que tener en cuenta que estas simulaciones son aproximaciones a la realidad, por lo que los resultados obtenidos son en muchas ocasiones aproximados. El profesor tiene que tener en cuenta esta información y elegir cuidadosamente el que más se adecue a las necesidades y explicar a los alumnos las limitaciones del modelo para su correcta interpretación.

Es conveniente que los alumnos cuenten con una explicación previa de los conceptos a manejar y de las tareas a realizar, de esta forma el alumno desarrollará las competencias necesarias para sacar el mayor rendimiento a este tipo de actividades.

En ningún caso estos simuladores deberían de sustituir a las experiencias reales de laboratorio, pero pueden ayudar a mejorar la comprensión de determinados fenómenos.

II. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

A. PARTICIPANTES

Esta investigación piloto se llevó a cabo con alumnos de 4º de ESO en la asignatura optativa de Física y Química. En el presente curso 2012-2013, solo 6 alumnos han elegido esta asignatura, todos ellos con edades comprendidas entre los 15 y 16 años.

Por la localización del centro, los alumnos que acuden al mismo provienen de familias de clase media, habiendo también una proporción elevada de alumnos inmigrantes y procedentes de etnias minoritarias. Los alumnos son de la propia zona Pilarica-Pajarillos y también procedentes de los pueblos de la zona del Esgueva.

Los estudiantes consideran la asignatura de Física y Química de gran dificultad, algunos de ellos la han escogido porque les gusta y la mayoría porque el curso siguiente quieren realizar continuar sus estudios con un Bachillerato científico en el que son necesarios los conocimientos básicos contenidos en ella.

En general, durante las clases, los alumnos permanecen atentos y no suelen hacer interrupciones innecesarias, pero no siempre realizan las actividades propuestas.

B. TAREAS Y PROCEDIMIENTOS

Para realizar esta investigación piloto intragrupo se eligió una metodología de investigación de tipo pretest-intervención-postest. Para obtener los datos que permitieran cumplir con los objetivos propuestos en este estudio, se utilizaron cuestionarios abiertos que permiten detectar el tipo de idea que los estudiantes utilizan para elaborar una explicación científica en los distintos momentos del análisis.

Para poder evaluar las ideas que los estudiantes tienden a utilizar a la hora de elaborar una explicación, se lleva a cabo un análisis minucioso de las respuestas

que cada uno dio a las actividades propuestas en el cuestionario.

C. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se efectúa en las siguientes fases:

PRIMERA FASE: Análisis de las ideas previas en Ondas y Sonido que la investigación educativa ha puesto de manifiesto para lo cual se efectuó una búsqueda bibliográfica.

SEGUNDA FASE: Con la información anteriormente recogida se efectuó:

1. La elaboración de cuestionarios de pregunta abierta para analizar las ideas previas que tiene nuestro alumnado.
2. Análisis de los cuestionarios elaborados.

TERCERA FASE: Diseño, desarrollo e implementación de actividades basadas en el modelo del ciclo de aprendizaje teniendo en cuenta el análisis sobre ideas previas realizado a los alumnos.

1. Actividades desarrolladas
2. Implementación

CUARTA FASE: Análisis de la evolución de las ideas previas aplicando nuevas pruebas para evaluar como habían evolucionado.

III. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En primer lugar se analizó como están integrados los conceptos de ondas y sonido en el currículum de 4º curso de ESO.

1. MARCO LEGAL

Se ha establecido una relación entre las actividades de aprendizaje propuestas con las competencias básicas y los objetivos definidos en el Decreto 52/2007 de 17 de mayo, por el que se establece el currículum de la Educación Secundaria Obligatoria en la comunidad de Castilla y León.

Desarrollo de las Competencias Básicas

- **Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico**

Descripción	Actividades de aprendizaje
Conoce, identifica , comprende y usa los conceptos y las teorías científicas básicas	Comprender el concepto de onda como un movimiento en el que se transporta energía sin que haya transporte de materia
	Identificar el foco y la perturbación de un movimiento ondulatorio
	Diferenciar entre ondas mecánicas y electromagnéticas
	Calcular las diferentes magnitudes características de un fenómeno ondulatorio
Observa fenómenos naturales y formula hipótesis para interpretar la realidad a través de la experimentación	Describir la naturaleza y el proceso de propagación del sonido e interpretar sus cualidades
	Interpretar las propiedades del sonido mediante actividades prácticas

Identificar preguntas o problemas y obtener conclusiones basadas en pruebas	Identificar la reflexión del sonido, diferenciar entre eco y reverberación y extraer las leyes que los rigen mediante la observación del fenómeno
Aplicar el pensamiento científico-técnico	Aplicación en la sociedad y el campo tecnológico de las ondas acústicas

• **Competencia matemática**

Descripción	Actividades de aprendizaje
Emplear el lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos naturales	Relacionar las diferentes características de las ondas a través de ecuaciones matemáticas
	Calcular la velocidad del sonido en aire
	Aplicación de la ley de la reflexión para predecir los fenómenos correspondientes

• **Competencia en comunicación lingüística**

Descripción	Actividades de aprendizaje
Utilización adecuada del lenguaje en la descripción de los fenómenos naturales	Adquirir terminología específica sobre las ondas sonoras y sus propiedades
Buscar, recopilar y procesar información	Utilizar las diferentes fuentes propuestas en las actividades para obtener información, analizar, desarrollar una capacidad de síntesis y pensamiento crítico.
Comprender, redactar y utilizar textos científicos	Comentar textos científicos de forma clara y emplear el lenguaje científico adecuado

• **Tratamiento de la información y competencia digital**

Descripción	Actividades de aprendizaje
Disponer de habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información para transformarla en conocimiento	Manejar adecuadamente los recursos digitales como las <i>applets</i> para los fenómenos que simulan
Transmitir la información y los conocimientos adquiridos	Extraer conclusiones de los recursos disponibles dando respuesta a las actividades propuestas

Relación con los objetivos del currículum

Objetivos curriculares	Actividades de aprendizaje
Interpretar y construir, a partir de datos experimentales, mapas, diagramas, gráficas, tablas y otros modelos de representación, así como formular conclusiones	Interpretación de diagramas con vectores para expresar la reflexión
Utilizar la terminología y la notación científica. Interpretar y formular los enunciados de las leyes de la naturaleza a través de expresiones matemáticas sencillas	Formular e interpretar matemáticamente la expresión de la velocidad del sonido y las características de las ondas implicadas Interpretar la ley de la reflexión
Comprender y utilizar las estrategias y conceptos básicos de las ciencias de la naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como analizar y valorar las repercusiones de las aplicaciones y desarrollos tecnocientíficos	Comprender el fenómeno de reflexión y sus aplicaciones en el desarrollo tecnológico
Descubrir, reforzar y profundizar en los contenidos teóricos mediante la realización de actividades prácticas relacionadas con ellos	Observación experimental de los fenómenos relacionados con la propagación de las ondas, de las propiedades de las ondas acústicas

<p>Obtener información sobre temas científicos utilizando las tecnologías de la información y la comunicación y otros medios y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar los trabajos sobre temas científicos</p>	<p>Empleo de <i>applets</i> en el transcurso de las actividades</p> <p>Búsqueda de información científica complementaria</p>
<p>Comprender la importancia de utilizar los conocimientos provenientes de las ciencias de la naturaleza para satisfacer las necesidades humanas</p>	<p>Conocer las repercusiones de las ondas sonoras en la evolución de la ciencia como el sónar, el ecógrafo en medicina,...</p>

Objetivos

Además de las competencias básicas y los objetivos generales descritos en el apartado anterior, las actividades desarrolladas pretenden:

- Ayudar a comprender en qué consiste el movimiento ondulatorio e interpretar las características fundamentales de una onda
- Describir la naturaleza y el proceso de propagación del sonido e interpretar sus cualidades
- Conocer algunos fenómenos ondulatorios como la reflexión y la resonancia
- Relacionar las ondas acústicas con el entorno y la vida diaria

Contenidos

La asignatura de Física y Química de 4º de ESO está encuadrada en el bloque 3 “Energía, trabajo y calor”, según el Decreto 52/2007, de 17 de mayo, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

Este bloque de contenidos se divide en:

- Trabajo, potencia y energía mecánica
- Calor y energía térmica
- La energía de las ondas: luz y sonido

Conocimientos previos

En el 2º curso de ESO (Decreto 52/2007), en el bloque 3 “Transferencia de energía” se introducen los conceptos de luz y sonido como modelos de ondas. Concretamente sobre el sonido se tratan los conceptos de propagación y reflexión, así como la valoración del problema de la contaminación acústica.

Evaluación

- ***Criterios de evaluación***

Los criterios de evaluación se establecen acorde a lo establecido por el Decreto 52/2007 para la asignatura de Física y Química en el 4º curso de ESO.

- Explicar las características fundamentales de los movimientos ondulatorios.
- Identificar hechos reales en los que se ponga de relieve un movimiento ondulatorio.
- Distinguir las diferentes clases de ondas y conocer las magnitudes características de una onda.
- Efectuar cálculos con las magnitudes características de las ondas.
- Describir la naturaleza del sonido y su forma de propagación.
- Distinguir las cualidades del sonido: intensidad, tono y timbre. Relacionarlas con las características de las ondas.
- Valorar las aplicaciones prácticas de las ondas en la sociedad.
- Tomar conciencia de la necesidad de evitar la contaminación acústica.
- Presentar los esquemas y cálculos de los ejercicios con orden y claridad, empleando las unidades adecuadas para cada magnitud.
- Realizar las prácticas de laboratorio con interés y orden, colaborando activamente con los compañeros de equipo.

- ***Herramientas de evaluación***

Para la evaluación del rendimiento académico de los alumnos en relación con la estrategia empleada se tienen en cuenta:

- Prueba objetiva inicial con el objeto de identificar las ideas previas sobre los conceptos de ondas y sonido, en base a los resultados obtenidos elaborar las guías didácticas

- Prueba objetiva final de evaluación de conocimientos adquiridos después de la implementación de las guías didácticas
- Realización de las actividades propuestas en las guías
- Participación en el aula, comportamiento y respeto mostrado tanto hacia sus compañeros como hacia el profesor.

2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

A. ANÁLISIS DE LAS IDEAS PREVIAS EN ONDAS Y SONIDO

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en investigación educativa para conocer las ideas previas que los alumnos tienen sobre Ondas y Sonido (Saura y de Pro, 1999). A continuación se muestran una serie de ideas comunes que se han encontrado.

Ideas previas de los alumnos	Ideas Científicas
Se consideran las ondas como transversales, se centran casi exclusivamente en el sonido y no poseen una visión global e integrada de lo que es una onda	Las ondas son perturbaciones provocadas por un emisor, que transportan energía de un punto a otro sin que exista transporte de materia
En la mayoría de los casos se limitan a establecer una o dos de sus magnitudes características, una de las cuales suele ser la frecuencia	Las magnitudes longitud de onda, frecuencia, periodo, velocidad de propagación y amplitud son fenómenos ondulatorios
Se aprecia una confusión terminológica entre periodo y frecuencia, entre longitud de onda y frecuencia, o entre longitud y amplitud; en muchos casos identifican longitud de onda con el alcance y la frecuencia con la sintonía de radio	El periodo es el tiempo que tarda una onda en hacer una oscilación completa La frecuencia es el número de oscilaciones que hace la onda en un segundo. Se calcula como el inverso del periodo

<p>Establecen relaciones incorrectas entre variables, como con la velocidad de propagación y amplitud</p>	<p>Existen relaciones entre frecuencia-periodo, entre velocidad de propagación-longitud de onda-frecuencia y entre velocidad de propagación-longitud de onda-periodo; la amplitud es independiente de las anteriores</p>
<p>En general, no consideran que sea necesaria la existencia de un medio para que se propague el sonido, así como su velocidad de propagación dependa de que el medio oponga mayor o menor dificultad a su avance, lo que proyecta una concepción corpuscular del mismo</p>	<p>Las ondas sonoras son ondas mecánicas longitudinales originadas por la vibración de las partículas en un medio sólido, líquido o gaseoso</p> <p>La velocidad de propagación del sonido en el vacío es cero pues necesita un medio material para propagarse</p>
<p>Consideran la existencia de una dirección privilegiada de la propagación del sonido, que suele ser la del emisor al receptor</p>	<p>Las partículas vibran en la misma dirección de propagación de la onda, acercándose y alejándose entre sí alternativamente.</p> <p>Sólo se propaga la perturbación ya que las partículas vibran alrededor de sus posiciones de equilibrio</p>
<p>Para el caso de la reflexión, hay que indicar que en general los esquemas son bastante sencillos y con pocas relaciones cruzadas, lo que parece indicar una concepción bastante elemental de este fenómeno</p>	<p>Cuando una onda sonora llega a la superficie de separación entre dos medios sufre reflexión</p>

<p>En algunos casos identifican Eco con Reverberación, constituyendo lo que los autores llaman “ecodoméstico”</p>	<p>La reflexión de la onda da lugar al eco y a la reverberación</p> <p>Para que haya eco tiene que haber una distancia mínima de 17 metros entre el foco del sonido y el obstáculo</p> <p>El oído humano sólo oye como separados dos sonidos si llegan con una diferencia mínima de 0,1 segundos</p> <p>Cuando la distancia es menor de 17 metros no se produce eco, sino reverberación</p> <p>En la reverberación no se perciben sonidos separados (como ocurría con el eco), sino un único sonido prolongado. El sonido parece alargarse</p>
<p>Se aprecian esquemas en los que la reflexión del sonido parece producirse sin ninguna ley que la regule</p>	<p>El eco y la reverberación se producen a unas determinadas distancias entre el emisor y la superficie de reflexión</p>

B. ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS IDEAS PREVIAS

1) La elaboración de cuestionarios de pregunta abierta para analizar las ideas previas que tienen nuestro alumnado.

Teniendo en cuenta la información de la tabla anterior, se ha realizado un cuestionario (Anexo 1) para determinar las que poseen nuestros estudiantes, con el objetivo de tenerlas en cuenta a la hora de desarrollar las actividades y de esta forma se pretende dirigir la acción educativa hacia una evolución de las ideas mismas.

El cuestionario consta de nueve cuestiones (Perales Palacios, F.J., 1997; Saura y de Pro, 1999), donde aparecen los conceptos a analizar.

Cuestión	Naturaleza y descripción del sonido	Propagación del sonido	Reflexión del sonido	Contaminación acústica
1	✓			
2	✓			
3	✓			
4	✓			
5		✓		
6		✓	✓	
7		✓		
8	✓			
9				✓

2) Análisis del cuestionario de ideas previas.

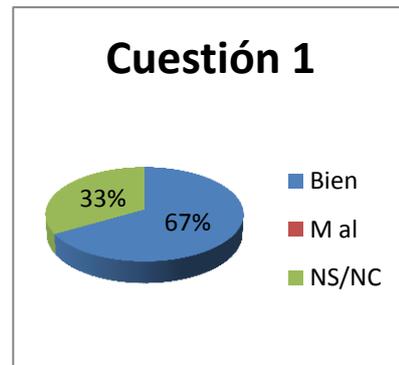
A continuación se analizan las ideas previas que sobre los conceptos tratados tienen nuestros alumnos en base a las respuestas dadas a las diferentes cuestiones. El análisis de las cuestiones se realiza de una forma ordenada en cuanto a conceptos para facilitar una visión completa y general del mismo y poder abordar las conclusiones que del mismo deriven.

Cuestión 1

“Pon ejemplos de movimientos ondulatorios.”

En esta cuestión está implicado el concepto de onda.

Dos de los alumnos no propusieron ningún ejemplo de movimiento ondulatorio. Los ejemplos propuestos más comunes han sido las olas de mar y las ondas de radio. En algunos ejemplos han confundido la onda con el generador, como por ejemplo: auriculares, altavoces, radio,... Algunos ejemplos se podrían justificar por la forma como el pelo rizo, papeles doblados,...

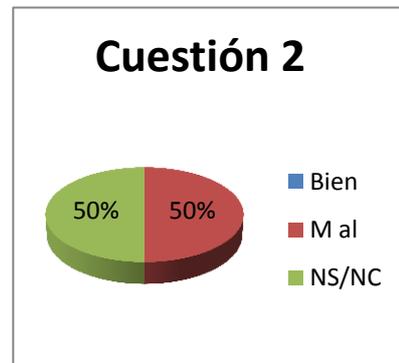


Cuestión 2

“Cuando escuchas la radio, seguro que habrás oído hablar de frecuencia y de longitud de onda. ¿Qué significan para ti esos términos?”

En esta cuestión están implicados los conceptos de frecuencia y longitud de onda.

Tres de los alumnos no han contestado la pregunta. El resto ha identificado la frecuencia con el canal de la emisora que escuchan, lo que sugiere el conocimiento de ideas previas extraescolares de algunos de estos conceptos. En cuanto al concepto de longitud de onda, los alumnos que han respondido a esta parte lo han identificado con la capacidad de llegar a ciertos lugares, es decir, con el alcance de la onda.

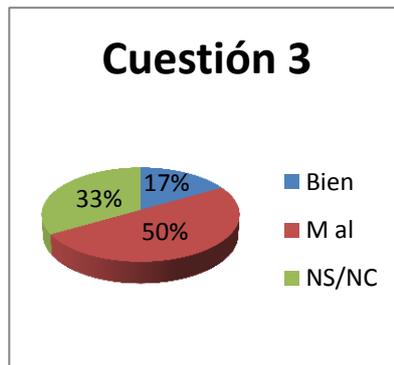


Cuestión 3

“El mundo en el que nos movemos no es un espacio silencioso, sino lleno de múltiples sonidos. ¿Sabrías decir en qué consiste el sonido? Explícalo con tus propias palabras”

En esta cuestión están implicados los conceptos de naturaleza y descripción del sonido.

Dos de los seis alumnos no han contestado la pregunta. Entre el resto ha habido diversidad de respuestas. Dos de los alumnos han asociado el sonido a una vibración producida por diversos medios. En otra respuesta se habla de la propagación del sonido por el aire, y lo identifica con algo físico pero no con una perturbación o vibración.

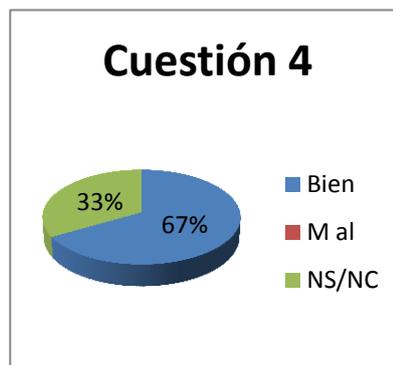


Cuestión 4

“¿Qué palabras utilizas habitualmente para describir los sonidos y, por tanto, distinguir unos de otros?”

En esta cuestión están implicados los conceptos de naturaleza y descripción del sonido.

Se observa que la mayor parte de adjetivos relacionados al sonido que ponen como ejemplos, están ligados a la cualidades del sonido, donde se intuye la influencia de la “música”.



Los adjetivos que emplean son: agudo, grave, fuerte, débil, ruidoso, agradable, molesto,...

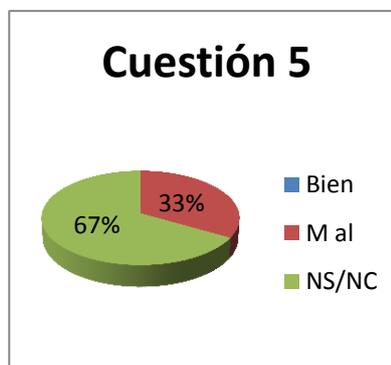
Cuestión 5

“Cuando se produce un sonido, por ejemplo, golpeando una campana, este se propaga por el aire a una cierta velocidad. Si conoces el valor aproximado de ésta, escríbelo a continuación”

En esta cuestión está implicado el concepto de propagación del sonido.

Ninguno de los alumnos ha sido capaz de dar el valor aproximado de 340 m/s de propagación del sonido en el aire. En una de las respuestas se ha encontrado que habían contestado 300 Km/h, por lo que puede intuirse que probablemente lo haya oído el valor, pero presenta

confusión en cuanto a las unidades. Otro se ha limitado a contestar que será elevado pero no aporta ningún valor. El resto no han respondido la pregunta.



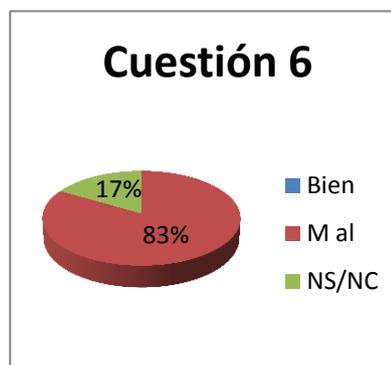
Cuestión 6

“Alguna vez en tu vida habrás experimentado el “eco”. Describe a continuación el sitio en que ocurrió” “¿Por qué piensas que sucede en unos lugares y en otros no?”

En esta cuestión el concepto implicado es la propagación del sonido.

En lo referente a los lugares donde los alumnos han experimentado el eco se identifican montañas, naves grandes, espacios amplios,...En cuanto a la explicación de por qué ocurre en unos lugares y en otros no hay más diversidad de opiniones, indican

diferencias en el lugar, si son abiertos o cerrados. En dos de las respuestas mencionan el hecho de “rebotar” el sonido con algún obstáculo.

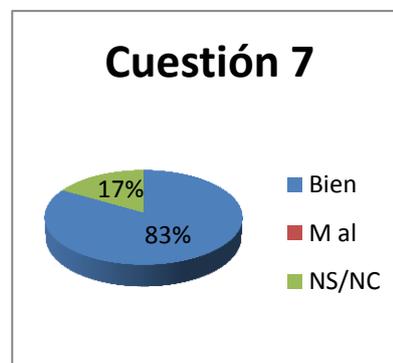


Cuestión 7

“Supongo que habrás visto en alguna película un indio que pone su oreja sobre la tierra para saber si viene la caballería, o algún cuatrero hacerlo en la vía del tren. ¿Por qué actúan así? Explica tu respuesta”

En esta cuestión el concepto implicado es la propagación del sonido por medios sólidos.

La mayor parte de respuestas son meramente descriptivas, indican la propagación del sonido mediante vibraciones por el suelo o las vías. No mencionan la mayor velocidad de propagación del sonido por los medios sólidos que por el aire.

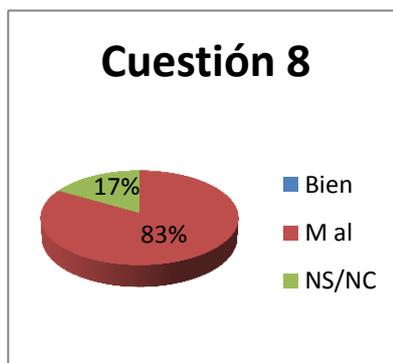


Cuestión 8

“¿Es verdad que los perros oyen mejor que las personas? Di todo lo que sepas sobre el asunto”

En esta cuestión los conceptos implicados son receptor, emisor, intensidad del sonido, frecuencia y umbral de audición.

Las respuestas que aportan son superficiales del tipo, ”oyen mejor pero ven peor, tienen un sistema auditivo muy desarrollado,... ”. En ninguno de los casos se menciona el intervalo de frecuencias que somos capaces de detectar, ni mencionan la palabra intensidad.



Cuestión 9

“Estarás de acuerdo con que el ruido es un sonido, generalmente desagradable. ¿Normalmente tu vida se ve afectada por los ruidos? ¿Cuáles son los ruidos que más te molestan?”

En esta pregunta se trata el ruido como agente contaminante.

Las respuestas son afirmativas en todos los casos. En cuanto a los ejemplos dados son de la vida cotidiana, como ruido de vehículos, maquinaria, obras en la vía pública, gritos,...

C. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES

1. Actividades desarrolladas

La estructura de las actividades desarrolladas y la temporalización es la siguiente

Estructura de las actividades

En base a la metodología empleada y teniendo en cuenta cómo emplear las actividades de una forma efectiva, la estructura de las guías didácticas es la siguiente:

- Objetivo
- Material
- Introducción
- Proceso y observación
- Desarrollo conceptual
- Aplicación
- Refuerzo y transferencia

Temporalización

Las actividades desarrolladas en este trabajo están pensadas para llevarse a cabo en tres sesiones de 50 minutos cada una.

Para la realización de los cuestionarios, tanto para el inicial como el de evaluación se ha estimado un tiempo de 25 minutos.

A continuación se exponen las actividades desarrolladas agrupándolas con relación a las ideas previas involucradas en las que se pretende incidir:

- **Naturaleza del sonido**

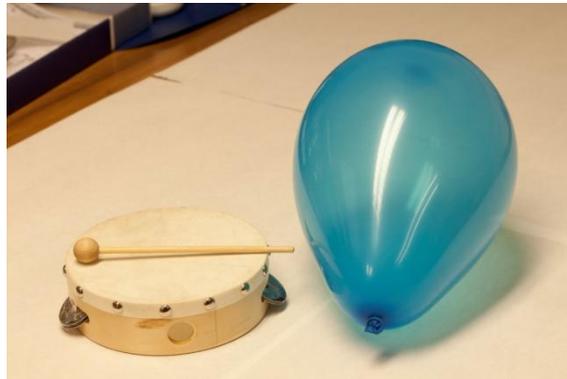
Actividad 1: Ondas sonoras

Objetivo

- Demostrar la transmisión de energía de las ondas sin que exista un transporte de materia

Material

- Globos
- Tamboril
- Mazas



Iniciación

- ¿Alguna vez has estado cerca de una banda donde se tocan tambores? ¿Qué has sentido?

Proceso y observación

- Infla varios globos.
- Sujeta el globo con las dos manos mientras otra persona situada a una cierta distancia toca el tamboril.
- Realiza varias pruebas variando la distancia entre el globo y el tamboril.



Posibles observaciones

- El alumno que sujeta el globo entre las manos nota unas vibraciones.

Desarrollo conceptual

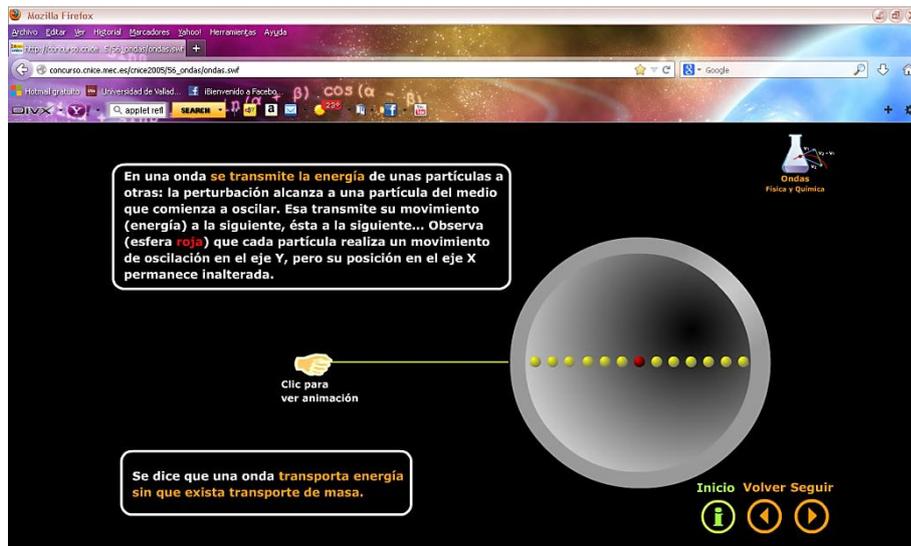
- Las ondas sonoras son ondas mecánicas longitudinales originadas por la vibración de las partículas en un medio sólido, líquido o gaseoso.
- Las partículas vibran en la misma dirección de propagación de la onda, acercándose y alejándose entre sí alternativamente.
- Sólo se propaga la perturbación ya que las partículas vibran alrededor de sus posiciones de equilibrio.

Aplicación

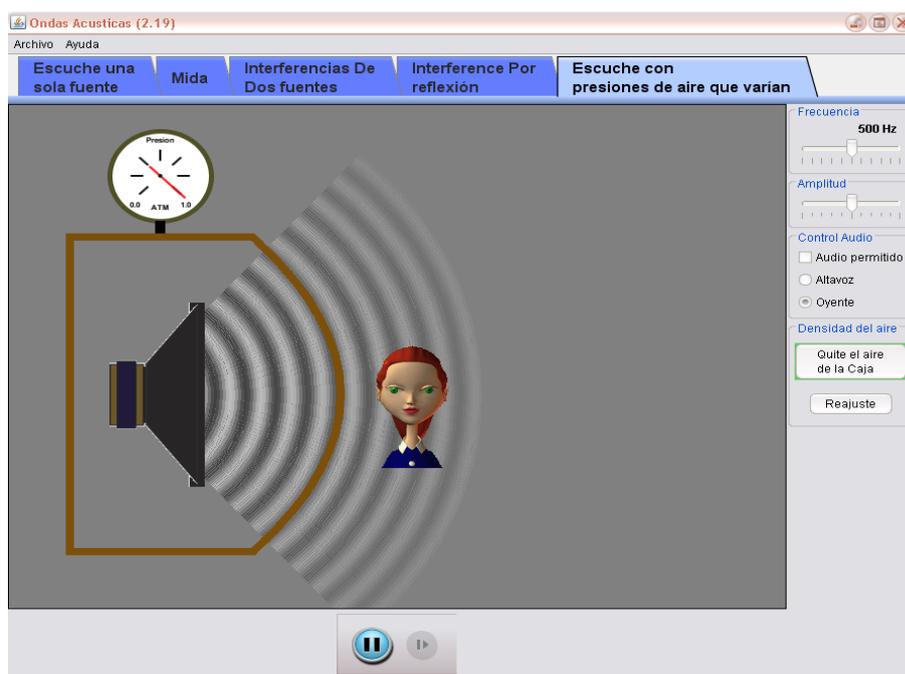
- Cuando estás más cerca de la fuente sonora, las vibraciones en el globo son más intensas, pero a medida que se aleja el tamboril la intensidad de la vibración es cada vez menor. ¿A qué crees que es debido?

Refuerzo y transferencia

- Para intentar tener claro que en una onda sólo hay transporte de energía y no de materia trabajamos con el siguiente applet:
- http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/56_ondas/ondas.swf



- Conecta el audio del equipo y señala la opción de “Audio permitido” del applet, explica lo que ocurre al hacer vacío y una vez que se vuelve a introducir aire.
<http://phet.colorado.edu/en/simulation/sound>



- **Propagación del sonido**

Actividad 2: Desplazamiento del sonido

Objetivo

- Demostrar cómo puede amplificarse el sonido.

Material

- Trozo de cuerda de aproximadamente 1 m de longitud
- 2 cucharas metálicas

Introducción

- Si te metes los dedos índices en los oídos, ¿crees que oirás mejor? ¿Y si el sonido pasa a través de una cuerda?

Proceso y observación:



1. Ata una cuchara en el centro de la cuerda.
2. Enrolla dos veces cada extremo de la cuerda alrededor del extremo de los dedos índice.
3. Sostén la cuchara suspendida en el aire, mientras otra persona golpea varias veces con otra cuchara. Presta atención al sonido que percibes.
4. Tápate los oídos con los dedos e inclínate hacia delante para que la cuchara cuelgue libremente. Otra persona golpea la cuchara de nuevo. ¿Aprecias alguna diferencia?

Posibles observaciones

- El sonido se oye de forma más intensa cuando se introducen los dedos índices enrollados en la cuerda en los oídos.

Desarrollo conceptual

- Al golpear la cuchara por primera vez, vibra y emite sonido. Las vibraciones se desplazan a través del aire en todas direcciones. Sólo una pequeña parte de las ondas sonoras llega al oído, el sonido no es muy intenso.
- Cuando se tienen los dedos en los oídos, las vibraciones de la cuchara viajan a través de la cuerda directamente hasta el oído. El sonido es mucho más intenso.
- El sonido se transmite mucho mejor a través de un sólido, como por ejemplo la cuerda, que en el aire.

Discusión

- Si estás con un amigo en una piscina, tenéis un objeto metálico, vuestro amigo lo golpea debajo del agua mientras mantienes la cabeza fuera, y después lo golpea cuando tienes la cabeza debajo del agua, ¿qué crees que ocurre? ¿percibirás el sonido de la misma forma? ¿Por qué?

Aplicación científico-tecnológica

- Ondas de choque en medicina:

La litotricia es una técnica utilizada para destruir los cálculos que se forman en el riñón, la vejiga, los uréteres o la vesícula biliar. Hay varias formas de hacerla, aunque la más común es la litotricia extracorpórea (por fuera del cuerpo) por ondas de choque. Las ondas de choque se concentran en los cálculos y los rompen en fragmentos diminutos que luego salen del cuerpo en forma natural durante la micción.

Refuerzo y transferencia

- Alguna vez habrás oído decir que un avión ha roto la barrera del sonido, busca información en la web sobre el tema y haz un pequeño resumen.
- La siguiente applet puede ayudarte a comprender el fenómeno
<http://www.unavarra.es/organiza/acustica/barrerasonido/boomsonico.htm>

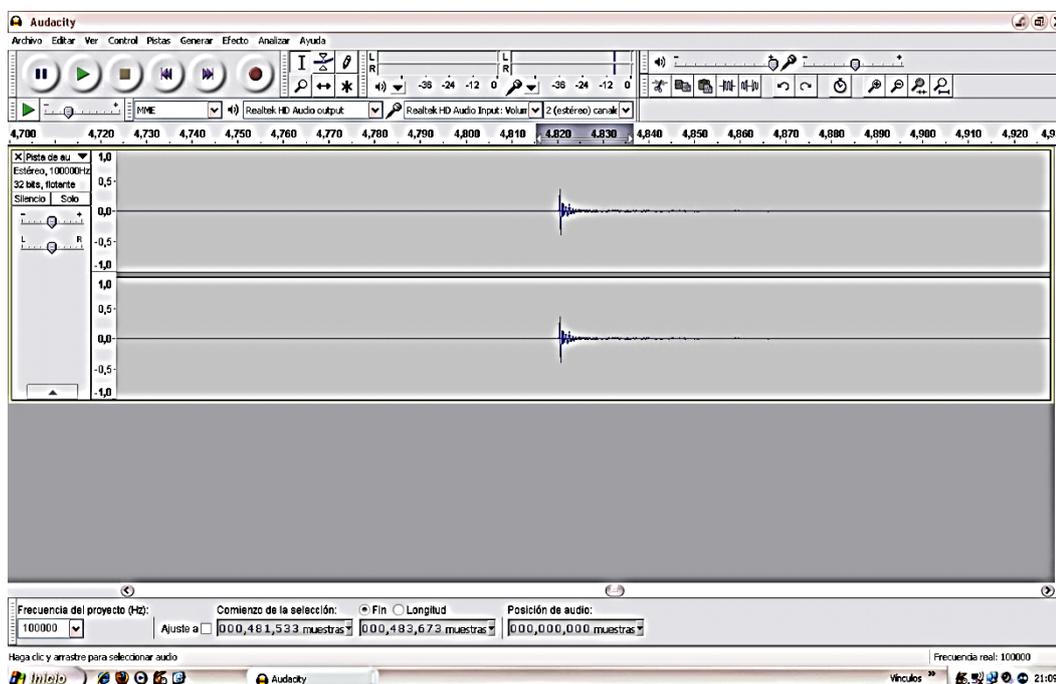
Actividad 3: Velocidad del sonido

Objetivo

- Determinar la velocidad del sonido en el aire.

Material

- Tubo cerrado por un extremo
- Cinta métrica
- Micrófono
- Ordenador
- Audacity (aplicación informática multiplataforma libre, se emplea para grabar y editar audio)



Iniciación

- ¿Conoces la velocidad del sonido en el aire? ¿Cómo podrías calcularla?

Proceso y observación

- Abre el programa “Audacity” y acopla un micrófono al ordenador.
- Sujeta el micrófono a la entrada del tubo con celofán, mide la distancia desde el micrófono al extremo del tubo cerrado, y anota el dato.
- Realiza alguna prueba de sonido para comprobar que el programa reconoce el

micrófono y graba el audio.

- Ajusta la frecuencia a 100000 Hz y se toman muestras.
- Emite un sonido a la entrada del tubo.
- Graba (digitalmente) el sonido emitido y sus reflexiones usando el programa “Audacity”.
- Haz varias medidas de la velocidad del sonido. Es necesario emitir sonido que sea lo más limpio posible para obtener señales claras. Prueba explotando una burbuja de papel de embalar.

Posibles observaciones

- Realiza varias medidas y prueba con diferentes sonidos para apreciar las diferencias en la señal entre distintos tipos de sonidos.
- Toma los datos de las señales más limpias. Determina el valor de la velocidad del sonido.

Desarrollo conceptual

- Haciendo uso del programa “Audacity” se mide el tiempo entre el sonido emitido y el reflejado.
- Hay que buscar una fuente de sonido que sea breve.
- Cálculo de la velocidad con los datos obtenidos:

Se mide la distancia del tubo (d), se multiplica por 2 ya que se mide el sonido reflejado (ida y vuelta).

Del programa se tiene:

Frecuencia del proyecto: 100000Hz

Nº de muestras: (Fin)-(Comienzo selección)= X muestras

$$\Delta t = \frac{X \text{ muestras}}{100000\text{Hz}} = s$$

La velocidad del sonido se calcula como:

$$v = \frac{2 d}{\Delta t} \cong 340 \frac{m}{s}$$

Aplicación

- ¿Cómo podrías calcular la distancia a la que se encuentra una tormenta de forma sencilla?

Refuerzo y transferencia

- En el siguiente enlace puedes completar información y emplear el applet para comprobar que la velocidad del sonido depende del medio material de propagación.
- http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//3000/3212/html/12_velocidad_del_sonido.html
- Como ejemplo, introduce un valor para la distancia de 1000 m y con los datos obtenidos, calcula la velocidad del sonido en los diferentes medios.

Actividad 4: Caja de resonancia

Objetivo

- Construir una caja de resonancia.

Material



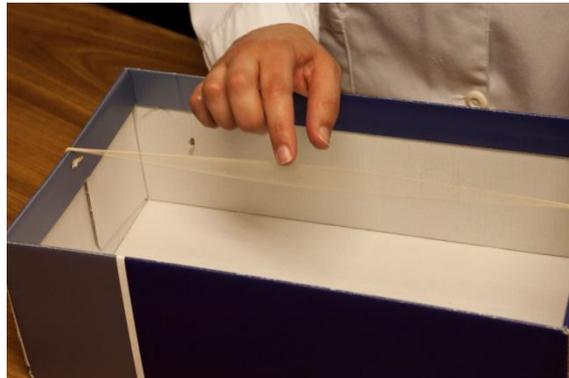
- Una caja de zapatos
- Un clavo
- Dos encuadernadores
- Tijeras
- Aro de goma

Proceso y observación

- Realiza un orificio en ambos lados de la caja con la ayuda de un clavo. Procura que quede en el centro y a 1 cm de la abertura.
- Inserta los encuadernadores en los orificios y abre las patas en el interior de la caja.
- Corta el aro de goma para formar una tira.
- Sujeta los extremos de la tira de goma, estírala hasta que tenga una longitud de aproximadamente 4 cm más que la de la caja.



- Pulsa la goma con el dedo y presta atención a la intensidad del sonido (1).
- Enrosca un extremo de la goma alrededor de un encuadernador, estírala y enróscala alrededor del otro.
- Pulsa de nuevo la goma con el dedo, ¿se aprecia alguna diferencia en la intensidad del sonido? (2).



Posibles observaciones

- (1) Cuando se pulsa sólo la tira de goma, vibra y se aprecia un sonido más suave
- (2) Cuando la goma está sujeta a la caja se aprecia un sonido más intenso

Desarrollo conceptual

- Al estar sujeta a la caja, además de la goma, vibra el aire en el interior de la caja; como vibra un área mucho más grande, el sonido es más fuerte.
- La caja actúa como amplificador del sonido.

Discusión

- ¿Por qué piensas que al hablar a través de un objeto de forma cónica o embudo se amplifica el sonido?

Aplicación

- En medicina se emplea el estetoscopio o también conocido como fonendoscopio para auscultar a los pacientes.
- El sonido del corazón se transmite a través de nuestro cuerpo haciendo vibrar la membrana del estetoscopio; esta vibración se transmite y es amplificada a través de la campana y del tubo, alcanzando finalmente los oídos
- Construye un “teléfono de hilo” usando dos vasos de plástico y un trozo de hilo que une sus fondos. ¿Cómo crees que funciona?



Refuerzo y transferencia

- Busca información sobre los audífonos. Elabora un pequeño resumen explicando su funcionamiento.

- **Características del sonido**

Actividad 5: Resonancia

Objetivo

- Observar el fenómeno de la resonancia mediante el empleo de copas de cristal.

Material

- Dos copas de cristal iguales
- Agua
- Papel de filtro
- Arena fina limpia y seca



Iniciación

- ¿Has oído hablar alguna vez de la resonancia?
- En alguna ocasión cuando hay alguna tormenta muy cercana, al escuchar el sonido de un trueno muy fuerte, ¿has notado vibrar alguna de las ventanas?

Proceso y observación

- Llena con la misma cantidad de agua las copas.
- Coloca sobre una de ellas un papel de filtro, comprueba que los bordes de la copa están perfectamente secos.
- Echa una pequeña cantidad de arena fina.
- Coloca próximas las dos copas.



- Humedece el dedo índice y comienza a frotar el borde de la copa.
- Observa el sonido producido y lo que ocurre en la otra copa.



Posibles observaciones

- Al frotar el borde de la copa de cristal ésta vibra emitiendo un sonido que depende de la cantidad de agua que contenga. La segunda copa comienza a vibrar. Observa el movimiento de los granos de arena esparcidos sobre el papel de filtro y cómo se acumulan en ciertas regiones formando diversas figuras.

Desarrollo conceptual

- Al frotar el borde de una de las copas comienza a vibrar a una determinada frecuencia, llamada frecuencia natural característica de cada material, el aire en el interior de la copa también vibrará, se observa como la otra copa empieza a vibrar a la misma frecuencia por resonancia, y como la arena sobre el papel de filtro se mueve debido a la vibración de la segunda copa acumulándose en las regiones nodales.

Discusión

- ¿Es posible la ruptura de una copa de cristal por las notas emitidas por una soprano? ¿Por qué?

Aplicación

- Fíjate en la imagen de abajo, ¿sabes qué instrumento es? Seguramente lo habrás empleado en alguna ocasión en el aula de música. Busca información sobre el fundamento físico de su funcionamiento.



- ¿Por qué se conocen como “resonadores” a los tubos que hay debajo de las placas del xilófono?

Refuerzo y transferencia

- ¿Te has acercado alguna vez una caracola al oído? ¿A qué crees que se debe el sonido que se percibe?
- ¿Qué ocurre si acercas al oído latas de diferentes tamaños en lugar de caracolas?

El siguiente artículo puede ayudarte a comprender qué es lo que ocurre:

<http://enroquedeciencia.blogspot.com.es/2009/06/es-verdad-que-se-oye-el-mar-dentro-de.html>

“¿Es verdad que se oye el mar dentro de una caracola? Si atendemos a lo que dice la creencia popular y a nuestra propia experiencia, diríamos que sí. Pero si lo pensamos con detenimiento y racionalidad debemos decir, que no. Que no es lo que nos dicen, que no puede ser. Que no es el mar el que suena ahí dentro. ¿Qué se ha dejado el mar en el interior de una caracola? Es evidente que cualquier cosa menos el ruido de su oleaje. Entonces, ¿qué es lo que se escucha? Lo que oímos no es ni más ni menos que el conjunto de sonidos y murmullos, es decir ondas mecánicas, que se propaga a nuestro alrededor. El ruido ambiente

que nos envuelve y que por ser de baja intensidad, nos resulta imperceptible en condiciones normales, es decir, cuando nos llega directamente al oído. Ahora bien, cuando las ondas penetran en un objeto semicerrado como una caracola, entonces algunas de ellas empiezan a reflejarse en sus paredes, una y otra vez, antes de salir. Unos rebotes que amplifican su intensidad o sea aumentan su volumen. Por eso es que, ahora, sí lo podemos oír. Es que suena más alto, porque resuena en su interior. Aunque no mucho. Sigue siendo necesario acercar la oreja para percibirlo. Es un fenómeno conocido en física como resonancia mecánica. De modo que lo que oímos son las ondas del sonido ambiente, amplificadas por el fenómeno de la resonancia. Nada de oleaje del mar”.

Actividad 6: Reflexión del sonido

Objetivo

- Comprobar la reflexión del sonido en diferentes superficies.

Material

- Varios libros
- Un reloj en el que se escuche perfectamente el tic-tac
- Dos tubos de cartón
- Lámina de plástico
- Lámina de corcho



Proceso y observación

- Haz dos pilas de igual altura con los libros.
- Coloca dos tubos de cartón de igual longitud sobre cada uno de los libros como se muestra en la figura.



- Introduce un reloj en el extremo de uno de los tubos. Escucha por el extremo del otro tubo puede oírse el tic-tac (1).

- Coloca una lámina o un plato de plástico delante de los extremos opuestos de los tubos (2).
- Sustituye la lámina o el plato de plástico por corcho (3).



- Intenta probar con otros materiales como: madera, metal, tela,...

Posibles observaciones

- (1) El reloj no se oye.
- (2) Ahora sí que se puede oír el reloj.
- (3) No se escucha el sonido de tic-tac del reloj.

Desarrollo conceptual

- Las ondas acústicas del reloj recorren el primer tubo, rebotan sobre la lámina de plástico y llegan a tu oído a través del otro tubo.
- En el corcho no se percibe el sonido del reloj debido a que se trata de un material poroso que absorbe las ondas acústicas.

Discusión

- ¿Sabrías explicar que son el eco y la reverberación? ¿En qué se diferencian?
- ¿Por qué es necesaria una distancia mínima de 17 metros entre el emisor y el obstáculo para que se produzca el eco?

Aplicación científico-tecnológica

- El sonar:

Es un aparato que llevan algunos barcos. Emite sonidos hacia el fondo marino y también tiene un micrófono que recoge el eco producido por un obstáculo o por el fondo.

Conociendo la velocidad del sonido en el agua marina y el tiempo que tarda en reflejarse el sonido, se calcula la distancia a la que se encuentra el obstáculo o el

fondo.

Se emplea en la pesca, en la detección de submarinos, para obtener mapas del fondo oceánico,...

- Ecografías:

El ecógrafo envía ultrasonidos a distintas partes del cuerpo.

Los ultrasonidos penetran más o menos y se desplazan a mayor o menor velocidad dependiendo de la densidad de los tejidos.

Se recoge el eco de esos ultrasonidos cuando chocan contra el órgano que se quiere estudiar.

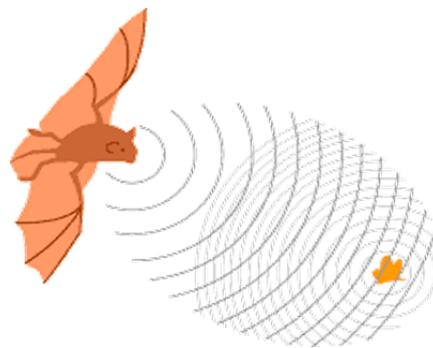
La señal recibida se transforma en una señal eléctrica, y esta se transforma en una imagen en la pantalla.

- Ecolocalización:

Los murciélagos se orientan y cazan por ecolocalización.

Localizan a sus presas (insectos voladores) gracias al eco, este le indica donde están y el tamaño que tienen.

Emiten ultrasonidos, más allá de los 20.000 Hz (vibraciones inaudibles para nosotros).



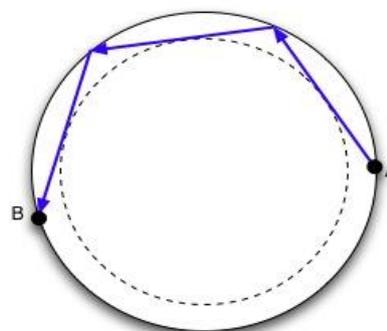
Refuerzo y transferencia

- Galerías de susurros:

Lee la información que aparece en el siguiente enlace:

<http://enriquealexandre.es/2011/10/25/galerias-de-los-susurros/>

“Las **galerías de los susurros** son curiosidades acústicas que se producen en recintos abovedados o con paredes con forma cóncava. El efecto que se produce es que cuando una persona susurra en un punto de la sala, este susurro es apenas audible para puntos cercanos a este hablante, pero un oyente situado en ciertos puntos de la sala será capaz de escuchar perfectamente el sonido emitido.



El típico ejemplo de este tipo de salas es la [catedral de San Pablo de Londres](#). En la parte alta de la cúpula principal hay un corredor circular en el que se puede apreciar perfectamente este fenómeno. Esta sala es la que da nombre al fenómeno, y fue estudiada por Lord Rayleigh, quien entre 1910 y 1915 publicó una serie de artículos en los que intentaba explicar de forma cuantitativa el fenómeno.



¿Qué es lo que sucede en esta sala? De forma intuitiva, podemos ver que si tenemos una sala con forma circular como la de la figura y emitimos un sonido cerca de la pared, dicho sonido se propagará por el perímetro de la misma, y será perfectamente audible en el extremo diametralmente opuesto de la sala pero no en el centro de la misma. En la imagen se muestra cómo se propaga el sonido desde la fuente sonora A hasta el receptor B, y la línea de puntos indica la zona

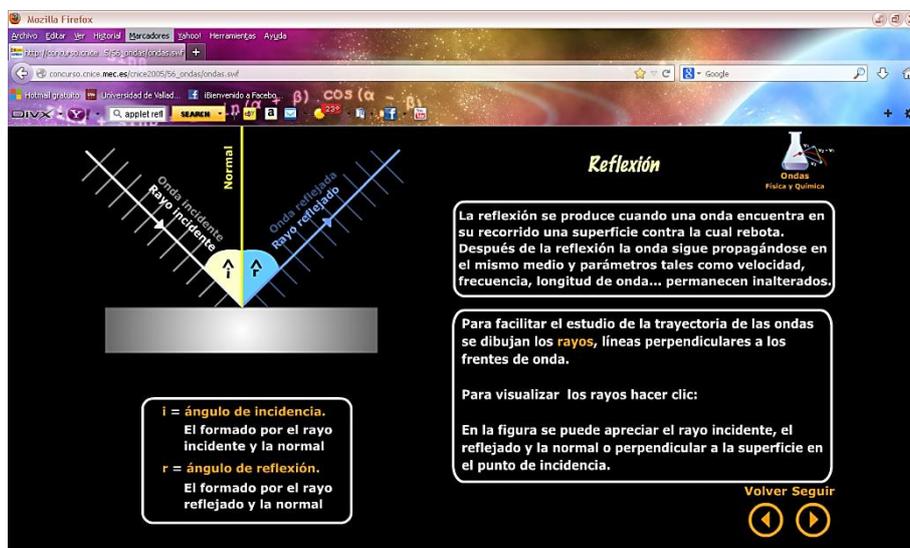
en la que el nivel del sonido es superior a lo normal. Cuanto más susurremos y más en paralelo a la pared hablemos más notable será el efecto. Esto se debe a que cuando susurramos, nuestra voz es más directiva (se dispersa menos hacia los lados), y al hablar paralelos a la pared dirigimos la voz precisamente en la dirección que más nos interesa para que recorra el perímetro de la sala.

Pero no hace falta irse tan lejos para encontrar ejemplos. En España quizás los más conocidos son la galería de los secretos del **Monasterio del Escorial**, o la sala de los secretos de la **Alhambra de Granada**, situada en los sótanos de la Sala de Dos Hermanas”.

Después de leer el texto contesta a las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué son las galerías de susurros?
 2. ¿A qué se debe este fenómeno?
- Haz uso de la siguiente applet para analizar el fenómeno de la reflexión y comprobar que el ángulo de incidencia y el reflejado son iguales.

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/56_ondas/ondas.swf



Reflexión

Comprueba la igualdad de los ángulos de incidencia y reflexión midiendo ambos. Para ello:

- Genera los rayos (clic en el botón: )
Ten en cuenta que el botón no funcionará si encima de él se sitúa el transportador.
- Arrastra el transportador. Para situarlo adecuadamente utiliza los botones que permiten girarlo 90° .

Volver 

Actividad 7: Absorción del sonido

Objetivo

- Encontrar materiales que ayuden a absorber el sonido.

Material

- Radio con batería o reloj de alarma
- Caja de cartón con tapa
- Toallas
- Papel de periódico
- Bolsas de plástico
- Jerséis

Proceso y observación

- Pon la radio a un volumen alto o conectar la alarma.
- Coloca dentro de la caja y cerrarla (1).
- Comprueba cuál de los materiales de los que se dispone absorbe más el sonido, para ello envuelve la radio o el reloj en el material e introdúcelo en la caja con la tapa cerrada (2).

Posibles observaciones

- (1) No se escucha el sonido tan fuerte.
- (2) Materiales como las toallas y los jerséis de lana disminuyen el sonido.
-

Desarrollo conceptual

- Los materiales que contienen aire en su interior, es decir porosos, son los que absorben mejor el sonido y lo atrapan.
- Por ejemplo en las oficinas, fábricas, hospitales, cines, restaurantes y teatros se utiliza moqueta, cortinajes, telones y baldosas acústicas especiales en el techo con minúsculos poros que amortiguan el ruido innecesario.

Discusión

- ¿Por qué las paredes del aula de música están recubiertas de corcho?
- Después de una nevada se siente una quietud inusual, ¿a qué crees que se debe?

Aplicación científico-tecnológica

- Lee el artículo del siguiente enlace sobre el diseño de auditorios:

<http://cpms-acusticamusical.blogspot.com.es/2010/04/acustica-de-salas.html>

Señala qué factores se tienen en cuenta a la hora de la construcción de los auditorios.

Refuerzo y transferencia

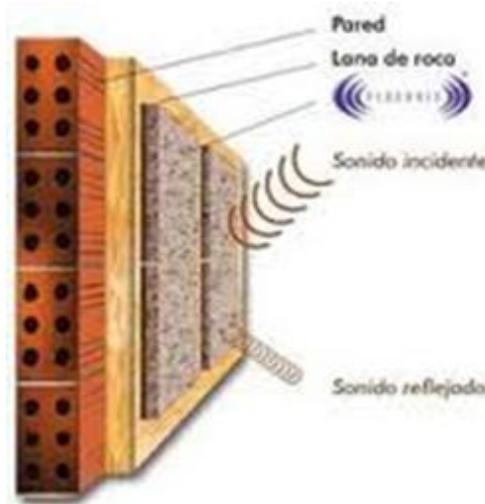
- Contaminación acústica:

Descargar en el siguiente enlace el documento en pdf:

http://sea-acustica.es/fileadmin/Otras%20publicaciones/En_busca_del_confort_acustico_perdido.pdf

Una vez leído contestar a las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué tipo de agente es el ruido?
2. ¿Qué son y en qué unidades se miden la frecuencia y el nivel sonoro?
3. ¿Cuáles son los límites del oído humano?
4. ¿Qué efectos se producen cuando estas expuestos durante mucho tiempo a elevados niveles de ruido?
5. ¿Por qué pensáis que se emplean materiales como la lana de vidrio o el cemento en la construcción de edificios? Observa la imagen.



2. Implementación

Las actividades presentadas en este trabajo se han implementado en el periodo de Prácticas Externas del Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de la especialidad de Física y Química. El centro donde se han llevado a cabo las Prácticas Externas es un centro público, IES Diego de Praves, situado en el noroeste de la ciudad de Valladolid. El centro cuenta con laboratorio de Ciencias, de Física y de Química, así como de dos aulas de audiovisuales.

En un principio, los alumnos se mostraron algo sorprendidos, tanto por la metodología empleada como por el cambio de escenario, se pasó de su aula habitual al laboratorio de física. Al comenzar, cuando se les realizaban las preguntas se mostraban algo reacios a contestar, pero poco a poco se fueron soltando y al ir desarrollando las actividades se fueron sintiendo más cómodos, participaban más, colaboraban entre ellos y mostraban una mayor motivación.

En lo referente a las actividades, dado que el número de alumnos era reducido, se les pudo implicar a todos ellos fácilmente en la realización de las mismas, lo que ayudó a:

- Implementar la estrategia didáctica basada en el ciclo de aprendizaje
- Fomentar la atención y la colaboración en el trabajo en grupo respetando las opiniones de los demás

En todo momento, mostraban su interés con preguntas y comentarios relacionados con las actividades realizadas. Así mismo participaban activamente cuando se producían debates. Se dejó claro que no debían quedarse solo con lo visto en clase sino que era fundamental comprender los fenómenos implicados y dar una argumentación científica no quedarse en lo meramente anecdótico y cotidiano.

D. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS

Una vez llevadas a cabo las actividades desarrolladas se ha procedido a la realización de un test de evaluación para validar la estrategia didáctica empleada.

Para ello se ha diseñado y realizado un cuestionario (Anexo 2) con nueve cuestiones (Perales Palacios, F.J., 1997; Saura y de Pro, 1999), relacionadas con los conceptos en los cuales se ha detectado que tienen ideas previas nuestros alumnos.

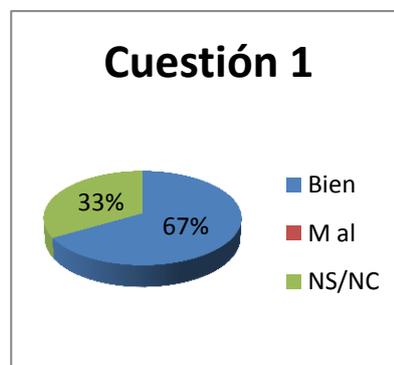
Cuestión	Naturaleza y descripción del sonido	Propagación del sonido	Reflexión del sonido	Tecnología y aplicaciones acústicas	Contaminación acústica
1	✓				
2		✓			
3		✓			
4	✓				
5		✓			
6		✓	✓		
7		✓		✓	
8				✓	
9					✓

Cuestión 1

“En un movimiento ondulatorio, ¿hay transporte de materia, de energía, de ambas o de ninguna de ellas? Explica tu respuesta”

En esta cuestión los conceptos implicados son los de onda, energía, materia y propagación de ondas.

La mayor parte de alumnos (4/6) señalan que un movimiento ondulatorio lleva implícito un transporte de energía. Uno de ellos apuntaba a ambas, un transporte de energía y de materia, y otro de ellos, daba como respuesta ninguna de ellos. En dos de las respuestas se indicaba: “la onda es una perturbación que transporta energía de un punto a otro del espacio”. Se esperaba que la mayoría de los alumnos aportaran una explicación más clara después de realizar las actividades.

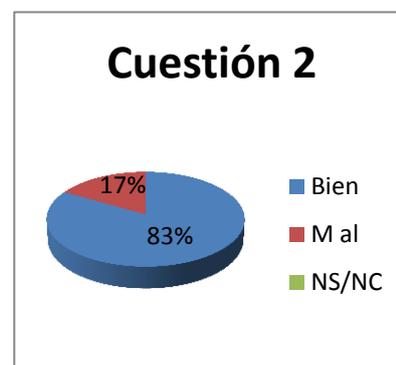


Cuestión 2

“¿Cuál crees que es la velocidad del sonido en el vacío? ¿Crees que es superior a la velocidad del sonido en el agua? Explica la respuesta”

En esta cuestión los conceptos implicados son los de vacío, propagación del sonido y velocidad del sonido.

La mayor parte de alumnos (5/6) han contestado y justificado correctamente la pregunta. Coinciden en describir el sonido como una onda material que necesita un medio para propagarse, por lo que no se propaga en el vacío. Uno de ellos muestra cierta confusión en la respuesta, considera que la velocidad del sonido es mayor en el agua que en el vacío, pero no explica el por qué.

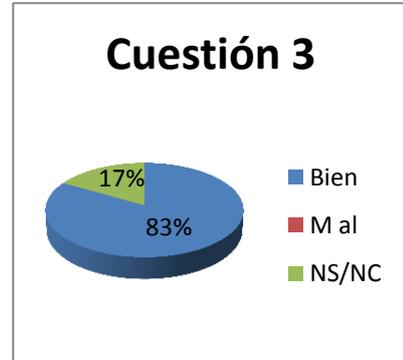


Cuestión 3

“Cuando se produce tormentas con “gran aparato eléctrico” suelen observarse los rayos y oírse los truenos. ¿Por qué primero se ve el rayo y al cabo de un cierto tiempo se oye el trueno?”

En esta cuestión están implicados los conceptos de propagación del sonido y de la luz, y velocidad del sonido y de la luz.

Solo un alumno no contestó a la pregunta, pero el resto (5/6) coincidieron en decir que la velocidad de la luz es mayor que la del sonido. En uno de los casos, además se justificó añadiendo que la luz es una onda electromagnética que se puede propagar por el vacío, y que el sonido es una onda material que necesita un medio elástico para propagarse.

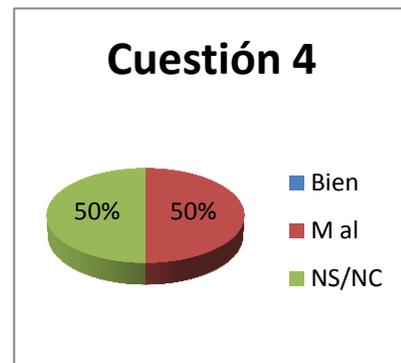


Cuestión 4

“¿Con qué magnitud ondulatoria está relacionado el tono de un sonido?”

En esta cuestión está implicada una de las cualidades del sonido, el tono, y se pretende que lo relacionen con una propiedad del sonido como es la frecuencia.

Es sorprendente el resultado de esta cuestión. A pesar de que el concepto de frecuencia es el más conocido por ellos, a la hora de relacionarlo con una cualidad del sonido ninguno de ellos ha sido capaz; incluso una persona ha contestado que era la amplitud (relacionada con la intensidad) y otra la forma de la onda (relacionada con el timbre).

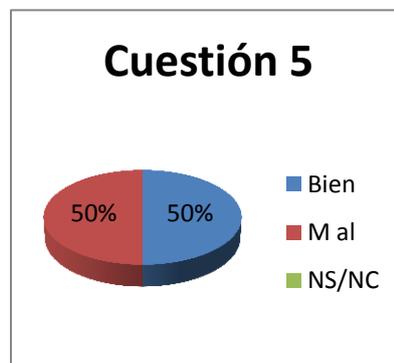


Cuestión 5

“Supón que eres un astronauta que ha llegado con un compañero a la Luna. Si le hablas, ¿crees que te escucharía igual que si estuviera en la Tierra? ¿Y si lo hicieran a través de una radio? Comenta tu respuesta”

En esta cuestión está implicado el concepto de propagación del sonido.

Después del resultado en la segunda cuestión era de esperar unos datos mejores en esta pregunta. Solo tres han sido capaces de dar una respuesta negativa, justificando que no “porque el sonido necesita un medio material para propagarse”, ninguno de ellos menciona las ondas de radio para comunicarse en el espacio.



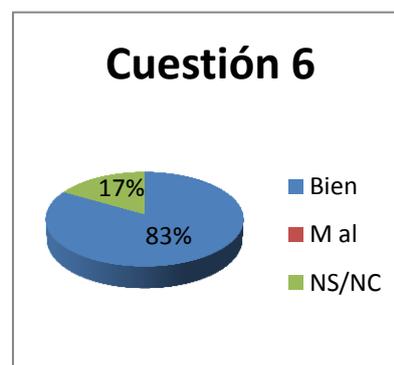
Cuestión 6

“Seguro que has estado en un sitio en el que hubiera eco. ¿Podrías decir qué es el eco? ¿Es una propiedad de las montañas, una cualidad del sonido o un fenómeno de reflexión? Por favor explica tu respuesta”

En esta cuestión está implicada la propiedad de las ondas de reflexión.

Ningún alumno considera el eco una propiedad de las montañas ni una cualidad del sonido. Un alumno no ha respondido la pregunta; el resto, (5/6), consideran que es un fenómeno de reflexión. De estas respuestas, lo justifican diciendo que el sonido “rebota contra algo”. En

dos de las respuestas añaden que el eco se produce en unas condiciones determinadas, que se necesita una distancia mínima, pero no aporta nada más; a pesar de haber explicado por qué se produce el eco, la distancia mínima a la que se produce y por qué, así como la diferencia con la reverberación.

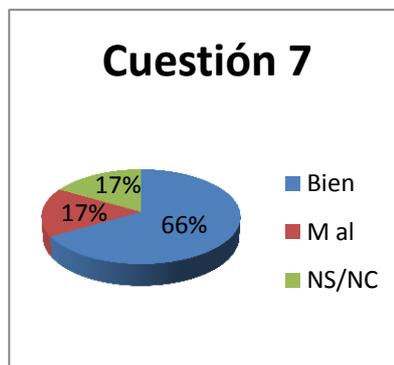


Cuestión 7

“En alguna ocasión habrás construido con un amigo un “teléfono de hilo” usando dos vasos de plástico y un trozo de hilo que une sus fondos. ¿Cómo crees que funciona? ¿Por qué? Explícalo”

Esta cuestión implica aplicaciones acústicas.

A excepción de un alumno que no ha respondido nada y otro que se lo ha atribuido al eco, los demás (4/6), han coincidido en indicar que el sonido se transmite a través del hilo. En dos de los casos han comentado la función de los vasos como amplificadores.



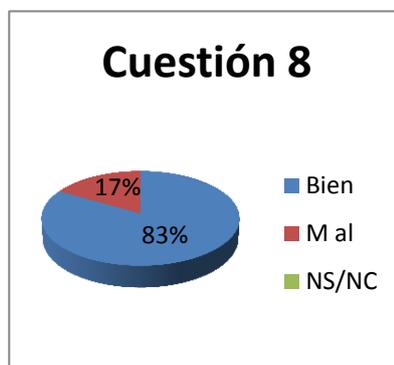
Cuestión 8

“Cuando estás enfermo y acudes al médico, suele auscultarte con un instrumento que se llama estetoscopio o fonendoscopio. ¿Para qué sirve? ¿Cómo crees que funciona? Explícalo”

Esta cuestión implica técnicas y aplicaciones del sonido.

La mayoría (5/6) lo considera un receptor del sonido del corazón, alguno menciona también los pulmones, dos de los alumnos le atribuyen también propiedades amplificadoras del sonido procedente de los órganos. El funcionamiento lo realizan de una forma meramente

descriptiva, solo uno de ellos menciona una membrana pero no aclara nada más.

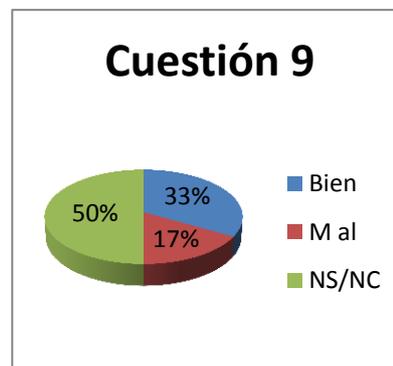


Cuestión 9

“¿Conoces alguna aplicación más de las ondas sonoras? En caso afirmativo explícala”

Esta cuestión implica aplicaciones del sonido.

Durante las actividades y las explicaciones se habló de varias aplicaciones, entre ellas, el sonar, el ecógrafo y los audífonos. Es sorprendente que sólo dos personas mencionaran el sónar, la atribuían al eco, pero no lo explicaban en detalle. Otro de los alumnos puso como ejemplo los rayos X, que se pusieron como ejemplo de ondas electromagnéticas, quizás su confusión fue con el ecógrafo. El resto (3/6) no respondieron nada.



▪ **Comparación entre los resultados obtenidos en el test de ideas previas y el test de evaluación:**

Los gráficos mostrados a continuación sirven como resumen de los resultados obtenidos en los cuestionarios.

- En el cuestionario de ideas previas se puede observar que hay un mayor número de respuestas tanto incorrectas como no contestadas. Es lo esperado, a pesar de que en el currículum de 2º curso de ESO aparecen incluidos los conceptos de onda y propagación entre otros, no parece que los alumnos los hayan asimilado; la mayor parte de las ideas que tienen sobre el sonido las relacionan con la asignatura de Música; también se observa la influencia de ideas establecidas en la sociedad.

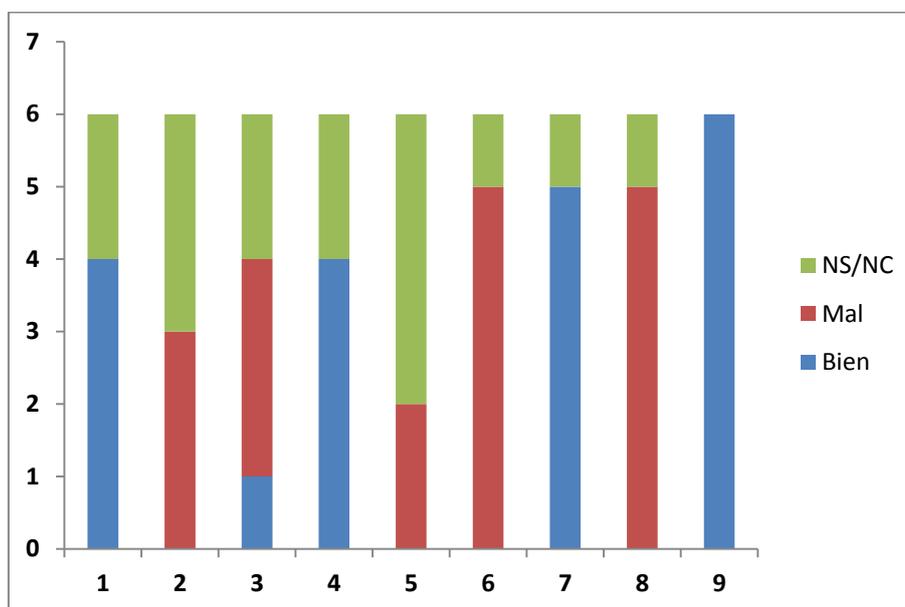


Fig. 1. Gráfico resultados test ideas previas

- Después de llevar a cabo la realización de las actividades propuestas y su implementación mediante un ciclo de aprendizaje, se ha observado un incremento en el número de respuestas correctas. Por poner algún ejemplo, en conceptos como el “eco” y la “reverberación” que antes les creaban confusión han demostrado una mayor comprensión.

- En cambio, en cuestiones relacionadas con características de las ondas, como la frecuencia, se ha observado que les crea confusión, este concepto lo tienen muy vinculado a la emisora que escuchan y no lo relacionan correctamente, otro error habitual es confundirlo con el periodo de la onda.

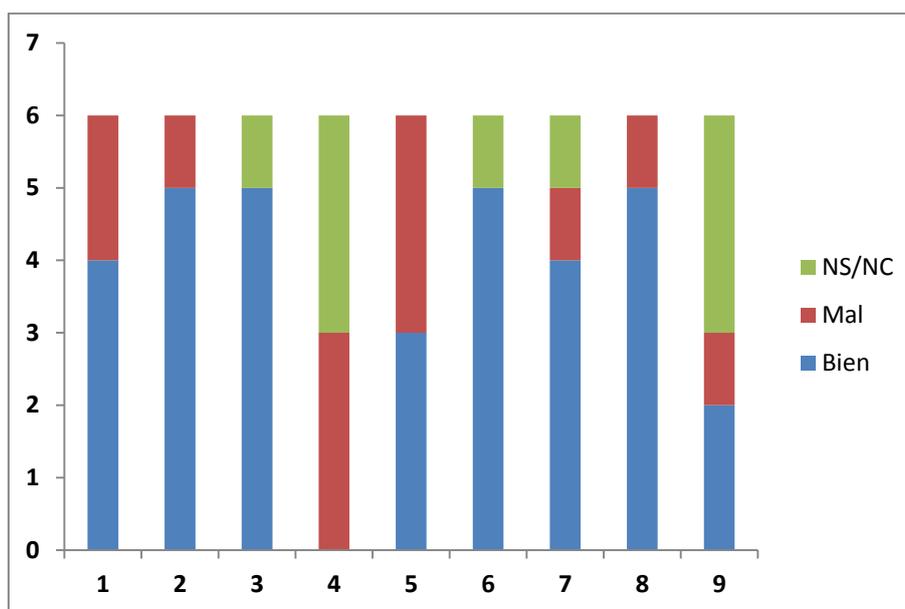


Fig. 2. Gráfico resultados test evaluación

En general, se puede observar una mejoría en los ítems implicados en los cuestionarios a excepción de algunas características de las ondas, como la frecuencia. Pero se considera que se debería aumentar el número de actividades focalizadas a los errores conceptuales que todavía muestran los alumnos.

En función de lo analizado, se puede concluir que la propuesta didáctica diseñada no solo promovió el desarrollo conceptual de los alumnos desde uno más intuitivo a otro más coherente con la ciencia.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo muestran que las actividades desarrolladas parecen potenciar la construcción de las ideas científicas, así como el uso de modelos cada vez más complejos y coherentes con los de la ciencia.

Podemos destacar que los resultados obtenidos en este estudio dejaron en evidencia que es posible propiciar el aprendizaje de Ciencias en educación secundaria, considerando este proceso como un cambio sustancial en el modo de conocer, el cual implica el paso paulatino de un saber intuitivo a otro cada vez más coherente con el de la ciencia.

Se ha podido constatar que para lograr estos resultados, es necesario realizar una buena planificación y estructuración de las actividades, hay que evitar que los alumnos se comporten como meros espectadores. Se espera de ellos que sean capaces de implicarse en las oportunas preguntas o discusiones establecidas en cada una de las actividades, así como contribuir a la explicación de los fenómenos estudiados, las actividades de refuerzo propuestas han ayudado a relacionar los fenómenos vistos con la vida cotidiana, de esta forma se fomenta la explicación científica del mundo que nos rodea.

El empleo de las nuevas tecnologías de la información también ha resultado un recurso muy útil, en concreto el empleo de *applets*, que ha jugado un papel importante durante la implementación, ayudando a los alumnos a comprender algunos de los fenómenos estudiados.

Propuestas futuras

Una vez implementadas y extraídas las conclusiones de este estudio piloto, se podrían revisar y aumentar estas actividades. Por otra parte, se debería implicar a un mayor número de alumnos y en diversos contextos, además de utilizar diversas herramientas para obtener y validar datos.

Ante la demostrada persistencia de las ideas previas pese a la introducción de la explicación científica, en un trabajo futuro se podrían incluir en las nuevas actividades características de las ondas, como la frecuencia, ya que es uno de los conceptos que más confusión crean, por ejemplo emplear algún oscilador virtual y emitir diferentes sonidos de distintas intensidades y frecuencias de esta forma se puede observar características como la amplitud, la longitud de onda, el periodo y la frecuencia; así como alguna otra

actividad que aborde el fenómeno de la refracción del sonido.

Al llevar a cabo estas actividades mediante el ciclo de aprendizaje, en aulas con un mayor número de alumnos, se debería tener un especial cuidado en implicar al mayor número posible de alumnos, hay que evitar que solo se limiten a observar. Resulta tremendamente importante dedicar el tiempo suficiente en la preparación de debates y aplicaciones de las diferentes actividades. Además se debe fomentar que aprendan a escuchar y respetar las ideas de los compañeros, así como a argumentar y justificar sus ideas.

Con el objetivo de hallar la mayor cantidad de indicadores posibles que permitan evidenciar los factores que conducen al aprendizaje, se debería analizar la influencia de otras variables sobre el tipo de concepciones utilizadas tras la instrucción (puntualmente, la influencia de la tarea, del contenido y del quehacer docente) y estudiar cómo fue cambiando el modo de conocer de los alumnos conforme avanzó el proceso de enseñanza (evitando de este modo que el trabajo se reduzca al estudio de las instantáneas pre-postest).

En próximos trabajos abordaremos los aspectos mencionados, intentando seguir presentando datos concretos que permitan comprender cada vez con mayor rigurosidad cómo aprenden ciencia los alumnos y qué estrategias de enseñanza resultan más eficaces para propiciar dicho aprendizaje.

REFERENCIAS

- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1983). “Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo” (2ª Ed.). Editorial Trillas Mexico.
- Amengual Colom, A. (2003) “Prácticas Virtuales de Física Básica”. Universitat de les Illes Balears.
- Cañizares Millán, Miguel (2005) “Una experiencia de utilización de simulaciones informáticas en la enseñanza secundaria”. *Educatio*, nº 23. 2005.
- Decreto 52/2007, de 17 de mayo, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Consejería de Educación. Junta de Castilla y León. Suplemento al BOCyL nº 99
- Duñach Masjuan, M.; Masjuan Buxó, M.D. (2012) “Física y Química 4”. Editorial Casals.
- Escotet Suárez, M.C. (1999) “Experimentos de Física. Investigación científica en Secundaria”. Narcea, S.A. de Ediciones Madrid.
- Kaner, Etta (1991) “Ciencia Sonora. Juegos y experimentos con el sonido”. Ediciones Oniro S.A. Edición en español (2006).
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Jefatura del Estado. BOE nº 106.
- Mahmud, M.C. y Gutiérrez, O.A. (2010) “Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias”. *Formación Universitaria* Vol. 3 (1), 11-20.
- Márquez Bargalló, C. y Roca Tort, M. (2005) “Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias”. *Revista Educación y Pedagogía*, vol. XVIII, núm.45.
- Moreira, M.A. y Greca, I.G. (2003) “Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo”. *Ciência & Educação, Bauru*, v.9, n.2, p. 301-315.
- Neil Ardley (1991) “Mis libros de Ciencia. El Sonido”. Emeká editores.
- Perales Palacios, F.J. (1997) “Escuchando el sonido: Concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos”. *Enseñanza de las Ciencias*, 1997, 15 (2), 233-247.
- Saura Llamas, O. y De Pro Bueno, A. (1999) “¿Utilizan los alumnos esquemas conceptuales en la interpretación del sonido?”. *Enseñanza de las Ciencias*, 1999,

17 (2), 193-210.

- Tipler, Paul A. y Mosca, G., “Física”, volumen 1. Editorial Reverte, 5ª Edición.
- Webs de interés:
- Todas las páginas web estaban disponibles a fecha de entrega de este trabajo (1 de julio de 2013)
- <http://serc.carleton.edu/introgeo/demonstrations/index.html>
- <http://sea-acustica.es/index.php?id=45>

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario de ideas previas

1. Pon ejemplos de movimientos ondulatorios.
2. Cuando escuchas la radio, seguro que habrás oído hablar de frecuencia y de longitud de onda. ¿Qué significan para ti esos términos?
3. El mundo en el que nos movemos no es un espacio silencioso, sino lleno de múltiples sonidos. ¿Sabrías decir en qué consiste el sonido? Explícalo con tus propias palabras.
4. ¿Qué palabras utilizas habitualmente para describir los sonidos y, por tanto, distinguir unos de otros?
5. Cuando se produce un sonido, por ejemplo, golpeando una campana, este se propaga por el aire a una cierta velocidad. Si conoces el valor aproximado de ésta, escríbelo a continuación.
6. Alguna vez en tu vida habrás experimentado el “eco”. Describe a continuación el sitio en que ocurrió.
¿Por qué piensas que sucede en unos lugares y en otros no?
7. Supongo que habrás visto en alguna película un “indio” que pone su oreja sobre la tierra para saber si viene la caballería, o algún cuatrero hacerlo en la vía del tren. ¿Por qué actúan así? Explica tu respuesta.
8. ¿Es verdad de que los perros oyen mejor que las personas? Di todo lo que sepas sobre el asunto.
9. Estarás de acuerdo con que el ruido es un sonido, generalmente desagradable.
¿Normalmente tu vida se ve afectada por los ruidos?
¿Cuáles son los ruidos que más te molestan?

Anexo 2: Cuestionario de evaluación

1. En un movimiento ondulatorio, ¿hay transporte de materia, de energía, de ambas o de ninguna de ellas? Explica tu respuesta.
2. ¿Cuál crees que es la velocidad del sonido en el vacío? ¿Crees que es superior a la velocidad del sonido en el agua? Explica la respuesta.
3. Cuando se producen tormentas con “gran aparato eléctrico” suelen observarse los rayos y oírse los truenos. ¿Por qué primero se ve el rayo y al cabo de un cierto tiempo se oye el trueno?
4. ¿Con qué magnitud ondulatoria está relacionado el tono de un sonido?
5. Supón que eres un astronauta que ha llegado con un compañero a la Luna. Si le hablas, ¿crees que te escucharía igual que si estuviera en la Tierra? Comenta tu respuesta.
6. Seguro que has estado en un sitio en el que hubiera eco. ¿Podrías decir qué es el eco? ¿Es una propiedad de las montañas, una cualidad del sonido o un fenómeno de reflexión? Por favor explica tu respuesta.
7. En alguna ocasión habrás construido con un amigo un “teléfono de hilo” usando dos vasos de plástico y un trozo de hilo que une sus fondos. ¿Cómo crees que funciona? ¿Por qué? Explícalo.
8. Cuando estás enfermo y acudes al médico, suele auscultarte con un instrumento que se llama estetoscopio o fonendoscopio. ¿Para qué sirve? ¿Cómo crees que funciona? Explícalo.
9. ¿Conoces alguna aplicación más de las ondas sonoras? En caso afirmativo explícala.