
ONDAS, SONIDO Y AUDICIÓN: IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES EN CIENCIAS MÉDICAS**

Beatriz Aiziczon

Departamento Biomédico – Facultad de Medicina –
Universidad Nacional de Tucumán

Leonor Cudmani

Instituto de Física – Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional de Tucumán
Tucumán – Argentina

Resumen

A partir de la relevancia que las modernas tecnologías han otorgado a la temática clásica de "Sonido", desde la perspectiva de la audición y la contaminación ambiental, se analiza los resultados de dos encuestas, una exploratoria y otra más estructurada, suministradas a alumnos de Medicina, diseñadas para detectar conocimientos previos que podrían constituir obstáculos y/o subsunsores para el aprendizaje del tema.

Los resultados se usarán para planificar actividades de resolución de problemas, para la enseñanza de la Física en carreras de la salud, teniendo en cuenta estas ideas previas y los intereses de los alumnos, y que planteen patologías humanas y sociales referidas al sonido y la audición (Perales Palacios, F. 1997; Saura Llamas, O. y De Pro Bueno, A. 1999). El marco de referencia conceptual y contextual esta dado por modelos estructuralistas de aprendizaje de las Ciencias.

Palabras claves: *Evaluación, ideas previas, sonido, audición.*

* Waves, sound and hearing: students' preconceptions in Medicine Education

* *Recebido: junho de 2007.
Aceito: novembro de 2007.*

Abstract

Due to the relevance that modern technologies has we given to the classic subject of "Sound" from the perspective of Acoustic and Sound Contamination, in this work we analyze the results of two tests given (an exploratory and the other more structured) to students of Medicine in order to identify common preconceptions of a wide range of perspectives that could become subsumers or drawbacks. The results will be used to design teaching and learning strategies for problem solving in the Biophysics teaching of courses of studies related to health; these activities will be based on preconceptions and the student interests, involving human and social pathologies related to sound and hearing. The conceptual and contextual frame of reference is given by structuralist models of teaching and learning in Science Education. We examine the student preconceptions of Sound and Acoustics.

Keywords: *Evaluation, assesment, preconception, sound, hearing.*

I. Introducción

Los hábitos de exposición al ruido de los jóvenes en boliches y recitales de rock, el hábito de escuchar música a gran volumen, el uso del walkman, producen "sordera leve" y "corrimiento" del umbral auditivo (CINTRA – Facultad Regional Córdoba). Dada la incidencia social de los fenómenos acústicos en la juventud, es importante la prevención de daños irreversibles. El ruido es un contaminante capaz de provocar daños físicos y psíquicos tales como trastornos de la conducta y la pérdida de audición; el impacto de la contaminación acústica en la calidad de vida es la causa de patologías de gran importancia para la práctica médica (OMS)

Por otra parte, por ser el sonido un núcleo temático interdisciplinario vertebrador de actividades curriculares, podría llegar a constituir un Módulo Integrador transversal en la Carrera de Médico permitiendo articular su enseñanza con el tema onda y vibraciones, e integrando los contenidos de la asignatura Biofísica con los de otras materias de la carrera.

Dada la relevancia que tiene esta temática en las carreras de la salud, la motivación que despierta en los alumnos, y considerando el abismo entre lo que la sociedad demanda en la actualidad del profesional y el planteo tradicional del tema, nos propusimos el diseño de una propuesta de enseñanza/aprendizaje/evaluación

(CARBONELL et al, 2000) que dé sentido a su estudio y aproxime al alumno a su futura práctica profesional, facilitando el ApS y la retención (AUSUBEL, 1981; MOREIRA, 1999, 2000, 2006), vinculada con los conocimientos previos y los intereses de los alumnos (PALACIOS, 1997). La idea era integrar, con sentido, la introducción de conceptos biofísicos con las actividades propuestas, buscando generar un ambiente positivo hacia el estudio de los contenidos que se abordan: la biofísica de la audición, las aplicaciones médicas del sonido, el impacto de la contaminación acústica en la salud y en la pérdida de audición, y la toma de conciencia de los hábitos de los jóvenes de exposición al ruido. Esta propuesta se explicita en otro trabajo de las autoras (AIZICZON; CUDMANI, 2005)

Nos propusimos investigar las ideas previas en el contexto de alumnos de la carrera de Medicina de la UNT, con el fin utilizarlos en el diseño de una propuesta superadora que fuera posible implementar y evaluar sobre la marcha de los cursos planificados para médicos.

Los resultados y conclusiones obtenidas de la experiencia de la encuesta exploratoria (AIZICZON; CUDMANI, 2005), sirvieron en este trabajo para implementar una encuesta más estructurada, que permitiera lograr mayor confiabilidad en la interpretación de los resultados, y en la cual se incorporaran a las categorías a priori planteadas a partir de la experiencia docente y del modelo teórico, las categorías identificadas en la instancia exploratoria.

Los resultados obtenidos sirvieron de base para el diseño de estrategias en una propuesta superadora referida a “Sonido, audición, contaminación acústica” teniendo en cuenta lo que el alumno “ya sabe”.

Sobre estas bases se explicitaron los objetivos de la enseñanza y el aprendizaje y de la evaluación.

Objetivos de aprendizaje

En esta unidad se trata de:

* estudiar el sonido desde el punto de vista físico;

* favorecer la toma de conciencia sobre:

a) hábitos perniciosos referidos a la percepción auditiva;

b) los efectos contaminantes del medio ambiente;

* analizar algunas aplicaciones tecnológicas biomédicas más actuales e importantes.

Objetivos de investigación

* Explorar los conocimientos previos de los estudiantes en base a categorías “a priori” explicitadas en base a la experiencia docente, al marco teórico y contextual de referencia y a investigaciones de otros autores.

* Indagar sobre posibles obstáculos epistemológicos y subsunores que deberían guiar los diseños de estrategias para el aprendizaje del tema.

* Diseñar una encuesta sobre la base a los resultados de la etapa exploratoria, incorporar a la indagación nuevas categorías que surgieran del campo de investigación.

* Diseñar y aplicar una encuesta más estructurada que permita mayor confiabilidad en la interpretación de los datos.

* Analizar los resultados porcentuales, en las distintas categorías, dimensiones y subdimensiones establecidas.

* Extraer criterios para el diseño de estrategias de enseñanza aprendizaje que contribuyan a superarlas.

En una etapa posterior se elaboró una propuesta de actividades a partir de esos criterios. Los resultados se analizaron en otro trabajo (AIZICZON; CUDMANI, 2005b).

II. Marco teórico y contextual

En primer término se rescata el consenso alcanzado por modelos estructuralistas con referencia a la importancia crucial para lograr aprendizaje significativo de tomar en cuenta “lo que el alumno ya sabe” (AUSUBEL, 1981; CAMPANARIO; OTERO; MOREIRA, 1983, 1999, 2000, 2005, 2006).

Las ideas previas, ideas espontáneas, o modelos alternativos, configuran la estructura cognitiva en la cual ha de insertarse el nuevo conocimiento, por lo cual constituyen un eje central del aprendizaje (PESA; CUDMANI, 1998). Esta estructura se construye en base a criterios, modos de razonar, propósitos y valoraciones que difieren de la precisión y sistematicidad del conocimientos científico y deben ser tenidas en cuenta para lograr la comprensión significativa de los conceptos científicos. Constituyen un conocimiento científico alternativo (CAMPANARIO; OTERO, 2000), son construcciones personales útiles para entender la reali-

dad e interactuar con el medio a partir de la experiencia cotidiana, el lenguaje común, de carácter inconexo, contradictorio e implícito, y reforzadas por aprendizajes inadecuados y por los medios de comunicación, que tienen paralelismo con teorías precientíficas y permiten al alumno entender el mundo. Las ideas y conocimientos previos funcionan como marcos conceptuales (como teorías en acción o paradigmas) que orientan las interpretaciones de las observaciones en el procesamiento de la información y son, en algunos casos, resistentes al cambio. Según Ausubel, el aprendizaje es un proceso activo en el que la nueva información interacciona con la estructura cognitiva preexistente en el sujeto.

De esto se infiere la importancia de intentar utilizar intencionalmente estas ideas y conocimientos, en la planificación de propuestas didácticas de actividades en el aula (KEMPA, 1991, op. cit LLAMAS; DE PRO BUENO, 1999, p. 193). Son el punto de partida para una intervención intencionada para favorecer el aprendizaje (CLOUGH; DRIVER, op. cit SAURA et al, 1999, p. 194)

En general, por su carácter implícito, los alumnos ignoran que coexisten junto con sus nuevos conocimientos académicos, y que pueden interferir negativamente en su comprensión del tema de estudio. Es importante conocer los esquemas representacionales de los alumnos relacionadas con el tema para poder desarrollar en clase estrategias de enseñanza aprendizaje que contribuyan a modificarlas y para que los estudiantes tomen conciencia de ellas. El marco teórico de referencia para la investigación de las ideas previas referidas a la audición, a fin de utilizarlos como puntos de partida o subsunores (AUSUBEL, 1981; MOREIRA, 1999, 2000) para elaborar los conocimientos científicos está tratado con mayor amplitud en otros trabajos de los autores (AIZICZON; CUDMANI, 2004)

Palacios (1997) y Saura et al (1999) mencionan que son escasos los estudios sobre ideas previas de sonido, y que en ninguno se abordan conceptos relevantes y cotidianos como la audición o la contaminación acústica, a pesar que numerosos autores reconocen la importancia que representan las ondas y la acústica en la calidad de vida y en el conocimiento fisiológico del cuerpo.

Marco contextual

Se trabaja con adolescentes que rindieron el ingreso a Medicina, por lo cual se supone que ya han visto movimiento armónico M.A.S, ondas y características del sonido. Son alumnos de 2º año de Medicina, en cursos de 240 alumnos que trabajan en comisiones de 12 estudiantes.

III. Metodología

Investigación de ideas previas

Se realizó en dos etapas. Primero se diseñó una encuesta exploratoria, **E1**, con ítems de distinta naturaleza referidos a experiencias de la vida cotidiana para identificar diversas dimensiones del conocimiento. Se incorporaron elementos similares a los investigados en otros trabajos (PALACIOS, 1997) además de otras categorías surgidas de la experiencia docente y del marco de referencia, con preguntas abiertas (Anexo 1) referidas tanto a aspectos conceptuales como procedimentales del conocimiento: naturaleza del sonido, propagación de ondas sonoras, experiencias de la vida cotidiana, ruido, contaminación acústica, adaptado al contexto de esta investigación (medicina). Se investigó sobre conocimientos referidos a audición y audiometría, el eco por su importancia para la ecografía, y sobre el estetoscopio, instrumento fundamental en la práctica médica, (muy motivador por cuanto está relacionado con la imagen del médico con delantal blanco y estetoscopio colgado del cuello).

Para su análisis se utilizó un enfoque interpretativo basado en la sistematización de los resultados obtenidos en las categorías establecidas “a priori”, se procedió a cuidadosa lectura y relectura de los datos recogidos y se identificaron nuevas dimensiones y categorías sugeridas por la investigación de campo.

Sobre los resultados de esta indagación se planificó las actividades de un Taller: “El hombre y su medio ambiente”, desarrollado en REF XIV, 2005, en Bariloche, Argentina, cuyos resultados están siendo evaluados. Sobre la base de esta experiencia, y de los resultados de la lectura de la 1ª encuesta, se elaboró otra encuesta más estructurada **E2**, con todas las categorías identificadas, y se realizó un análisis porcentual de los resultados (Anexo 2).

Sobre esta base se identificaron núcleos de dificultad y criterios para guiar el diseño de estrategias docentes de enseñanza–aprendizaje. Los resultados obtenidos fueron objeto de otro trabajo (AIZICZON; CUDMANI, 2005)

IV. Resultados

IV.1 De la 1ª encuesta E1

Se procedió a cuidadosa lectura y relectura de los datos recogidos y se identificaron finalmente cuatro categorías con sus dimensiones y sub-dimensiones, las cuales se usaron para guiar y sistematizar el análisis, la interpretación de los

datos y la fundamentación de las conclusiones. Sobre esta base se analizaron en total cuarenta (40) encuestas.

Categorías y dimensiones identificadas

*** Categoría 1: La Física del sonido**

Dimensión 1.1: Naturaleza y descripción del sonido

Subdimensiones:

1-1-1 Términos con que asocian el sonido

1-1-2 Conocimientos adquiridos por formación musical

Dimensión 1.2: Cómo se propaga el sonido

Subdimensiones:

1-2-1 Referidas a la velocidad de propagación

1-2-2 Cómo interpretan los estudiantes el fenómeno del eco

1-2-3 Cómo se propaga en medios materiales-¿ondas o vibraciones?

1-2-4 Comparación de la velocidad del sonido con la de la luz

Dimensión 1.3: Diferencia entre ruido y sonido

Subdimensiones:

1-3-1 Cómo perciben el ruido y el sonido

1-3-2 Ruidos molestos

*** Categoría 2: La sensación auditiva**

Dimensión 2.1: Hábitos de exposición al ruido en los jóvenes

Subdimensiones:

2-1-1 En referencia al volumen del sonido

2-1-2 Porqué se prefiere el volumen elevado

2-1-3 Relación entre hábitos y pérdida de audición

2-1-4 Horas de exposición al ruido por semana

2-1-5 Cómo prevenir la sordera

***Categoría 3: Los efectos contaminantes del medio ambiente**

Dimensión 3.1: Qué conocimientos tienen sobre normas para regular ruidos y sonidos

Dimensión 3.2: Propiedades que contaminan y sus consecuencias para la audición

Dimensión 3.3: Características del ruido que contaminan y sus consecuencias para la audición

Dimensión 3.4: Características del sonido que contaminan y sus consecuencias para la audición

*** Categoría 4: Aplicaciones tecnológicas**

Dimensión 4.1: Pérdida de audición: audiometría

Dimensión 4.2: Umbrales y rangos de percepción sonora

Dimensión 4.3: conocimientos sobre fundamento y uso del estetoscopio

V. Análisis y discusión de los resultados

El análisis de las ideas previas de los alumnos cobra relevancia a la hora del diseño del módulo de “Sonido, audición, contaminación acústica” a fin de que no se conviertan en obstáculos para el aprendizaje. Trataremos de transmitir “las voces de los alumnos”.

*** Categoría 1: La Física del sonido**

Dimensión 1-1: Naturaleza y descripción del sonido

1. Encontramos un 50 % como agente físico, como onda relacionado con la física, como movimiento ondulatorio, y como “vibración”. Transcribimos algunas respuestas: “el sonido consiste en ondas que se propagan en el aire y que viajan por el medio con una determinada frecuencia, amplitud, y longitud”, “es la propagación de ondas sonoras”, “una vibración que se transmite por el medio de un cuerpo a otro”, “sonido es una emisión de energía”, “es un tipo de energía, que son captadas por el oído que la transforma en energía química para ser procesada en el cerebro como información”. En esta categoría, aparece una preconcepción para elaborar en clase: no hay una clara discriminación entre vibración y onda; lo definen como “fenómeno físico en el cual se transmite energía en forma de *ondas vibratorias*”.

2. El sonido como sensación auditiva o sonora. En esta categoría el concepto se caracteriza no por sus propiedades, sino por su percepción o sensación

(escuchar, oído, sensación auditiva, agradable, armonioso, percibir). “sonido es un conjunto de ondas armónicas que causan una sensación auditiva agradable al oído y que no me llega a molestar”; y también encontramos, en menor medida, sonido como agente para la comunicación. El 85 % asocia con la sensación: agudo/grave, ruido, música, fuerte/débil, suave/estridente, “toc-toc”; el 10 % relaciona con la física (ondas, vibración) y solo el 5 % con la comunicación. El 70 % no toca ningún instrumento, el 25 % toca guitarra, y en menor medida piano.

Dimensión 1.2: Propagación del sonido

Respecto a la velocidad de propagación del sonido, el 40 % no sabe/no contesta; a pesar de que no se aclara nada sobre el medio de propagación, el 35 % sobreentiende que se trata de velocidad del sonido en el aire, otro 15 % discrimina según el medio: “porque el sonido se propaga por el suelo como una onda expansiva”, “porque las vibraciones se transmiten por el suelo”, o argumentaciones más científicas: “porque el sonido al ser una onda se propaga en medio sólido”, “porque el sonido viaja en forma de vibración, más rápido en los sólidos”, o se refieren a la percepción del sonido: “porque se siente las vibraciones”, “porque se puede oír el sonido viajar por medio del sólido”. Un alumno dice: “porque se distribuye la fuerza del peso y se propaga a través de la tierra en forma de ruido!” El 10 % se confunde con la velocidad de la luz. Con diferencias de matices mencionan que la luz viaja más rápido que el sonido: “porque la velocidad de la luz es más rápida que la del sonido”, “porque la velocidad de la luz es mayor y amplificado que la del sonido”, “ya que la luz es más fuerte que el sonido”.

Describen el eco como choque o rebote “es un rebote del sonido”, encontramos dos dimensiones:

1. Explicitación de las condiciones para que se produzca “es el retorno del sonido porque choca contra algún objeto que se encuentra a una distancia mínima de 17 m por atrás”.

2) Como reflexión, como repetición: “es cuando el sonido se repite, la onda choca con algo y vuelve”. Como simple descripción del fenómeno: “porque el sonido chocaba con las paredes de ciertos elementos y producía una vibración de los mismos”, “el sonido choca, en cambio en otros se extiende”, “las ondas sonoras chocan y vuelven a sentirse”, o bien hacen una analogía mecánica, mencionan condiciones de la superficie sobre la que choca: “el eco se produce por el tipo de superficie en donde se produce, vuelve el sonido porque no puede atravesarla”.

Dimensión 1.3: Diferencia entre ruido y sonido

Aparecen respuestas similares a las detectadas por otros autores (PALACIOS, 1997). Un 15 % diferencia sonido de ruido por la intensidad: “ruido es el sonido excesivo en intensidad”, “el sonido es moderado”, o por la “energía acústica”, “energía dentro de determinados límites de tolerancia”. La mayoría se refiere a las “sensaciones”, utilizando pares lógicos como “agradable/desagradable, armonioso/perturbador”: “ruido son sonidos sin acordes, sonido es más armonioso”, o por el “orden/desorden, tolerable/intolerable”, el 30 % lo describe como “molesto”: “el ruido es molesto”. El 15 % lo diferencia según su significado: “el sonido tiene sentido, el ruido es un sonido sin sentido”. El 65 % describe a los ruidos molestos refiriéndose al tráfico (“zanelitas” de los “servimotos”, colectivos). También mencionan gritos, golpes secos como “batería u obras en construcción, y alarmas”.

*** Categoría 2: La sensación auditiva**

Dimensión 2.1: Hábitos de exposición al ruido

Respecto al gusto de los jóvenes por escuchar música muy fuerte, el 13 % responde que escucha música siempre con volumen alto, el 40 % explica que escucha la música muy fuerte porque levanta el ánimo y creen que es necesario para divertirse más. El 20 % opina que depende si le gusta la música que escucha ya que “se escuchan mejor los instrumentos”. El 15 % cree que vale “para estar en la onda”: que “impide pensar”, para “aislarse de los problemas”, “para escapar del mundo”, “es su forma de expresarse”. Comentan que en los bares están siempre con música fuerte (“yo trabajo en un bar de Yerba Buena los fines de semana y durante mi trabajo, todos los que estamos ahí soportamos el sonido muy fuerte, pero lamentablemente parece que a la gente le gusta”); mencionan que en la casa escuchan música en su habitación con un equipo de música, o radio o la TV muy fuerte o en la computadora (2 h, 5-6 h, 10-14 h, y 30-36 h horas semanales). Un 15 % que siempre escuchan música fuerte y que no cree que el volumen elevado podría causarle sordera, permanece 4 a 6 h en el boliche, (lo cual es mucho tiempo de exposición a sonidos intensos). Un 33 % aclara “sólo escucho música fuerte cuando salgo”, “solo si me gusta mucho el tema”, explicando “no salgo demasiado”, quiere decir que si sale siempre se expone, vemos que es una categoría que comparte el gusto por la música fuerte, sin embargo solo el 18 % cree que puede causarle sordera, aunque el 63 % sabe que si el sonido es muy fuerte “de hecho” llevan a la sordera “sí, totalmente”.

El 37 % no sale a bailar a menudo, el 60 % no concurre a recitales de bandas de rock: "procuro no exponerme" y no cree posible sufrir daño dado que no son frecuentes sus exposiciones, escuchan en su casa a volúmenes moderados "sin aturdirme", "no me gusta la música fuerte porque son molestos". El 70 % no utiliza walkman, van poco al Cyber. Plantean medidas para prevenir la sordera, tales como evitar exponerse a lugares ruidosos, escuchar música a volúmenes moderados, "no escuchar la TV, la radio o el equipo de música tan fuerte", "concientizar a la sociedad que los sonidos fuertes pueden llevar a la sordera", "disminuir la contaminación acústica y promover legislaciones más rigurosas que controlen los decibeles".

***Categoría 3: Los efectos contaminantes del medio ambiente**

El 70 % manifiesta que no conoce normas reguladoras sobre el máximo nivel de sonido tolerable. El 35 % identifica propiedades contaminantes del sonido a partir de la intensidad: "mucho ruido y muy fuerte", "excesos y mezcla de sonido en un medio que lleva a la alteración del mismo". Relacionan la pérdida de audición con; "ruidos muy fuertes de las distintas cosas de la vida diaria que a la larga puede producir sordera", "cuando el sonido supera los dB permitidos que el oído soporta y puede provocar serios daños", "aquello que es perjudicial para nuestros oídos". Asocian ruido con la sensación que produce: "son los ruidos molestos que coexisten en nuestro medio y que provocan trastornos al equilibrio de nuestro organismo"; dicen que influye en la vida cotidiana: "lo que no es sonido armónico agradable", "es el desorden de sonido existente en la actualidad"; el 20 % define por su incidencia en la salud o por la sensación fisiológica o psicológica que produce: "lo que hace daño a la salud", "te producen nervios e intolerancia". Describen el ruido a partir de la sensación o percepción que producen: "sonidos que no le gustan a nadie", "el sonido se transforma en ruido cuando resulta molesto para quien lo escucha", "el ruido es un sonido no placentero", "son sonidos musicales perturbadores". También lo definen por la intensidad: "es un sonido excesivo", o como ondas no armónicas: "ondas sonoras dispersas y molestas", "consiste en deformar el sonido", o "mezcla de sonidos que no se puede diferenciar y produce dolor".

El 80 % considera que el ruido es un contaminante: "de hecho es puramente un contaminante"; por su intensidad: "si es en gran cantidad, sí" y justifican: "porque altera el medio ambiente", "porque al causar cierto daño, obviamente está poniendo en riesgo nuestra salud", "porque altera el estado de una persona", "porque me produce sensaciones desagradables como stress, malestar, nervios, intolerancia y falta de paciencia", "porque a la larga trae problemas". Algunos aclaran que "también se puede considerar como ruido a un sonido sin sentido como un

zumbido”, “depende si son ruidos agradables o desagradables”, “siempre causan daño al oído”, “siempre y cuando se repita muy seguido”.

*** Categoría 4: Aplicaciones biomédicas**

El 88 % considera que no tiene problemas auditivos, el 53 % no se hizo una audiometría. Los que se la realizaron, la describen como: “consiste en ver cuál es el mínimo audible teniendo en cuenta también los tonos de los sonidos”, “en medir la capacidad del oído de escuchar un sonido, le ponen diferentes aumentos”. El 35 % no sabe qué significa umbral de audición, describen rango de audición humana diciendo: “creo que es el máximo nivel que un ser humano puede resistir y el mínimo para poder escuchar, es lo mínimo y lo máximo”, “es el límite en el que el sonido se convierte en ruido”; mencionan valores dispares: 6-60 dB, 30-1100 dB; 40K-400K; describen umbral de audición como percepción: “es hasta donde puede llegar el oído humano sin ser molesto”, o como intensidad: “son los decibeles en los que se puede oír”, “debe tener determinada frecuencia e intensidad para que se pueda escuchar”. El umbral de sensación dolorosa se entiende como: “una intensidad tal que hace daño”, “intensidad excesiva del sonido pero sin detenerse”, “alta frecuencia e intensidad”, “cuando el ruido supera nuestra capacidad de audición, intensidad y rango (no recuerdo)”.

En cuanto al estetoscopio, lo describen: como receptor de sonidos internos del organismo: “a través del sonido controla ritmo cardíaco y respiratoria”, o bien como detector del ruidos corporales o por el poder amplificador del sonido o como instrumento para diagnosticar o predecir. El 23 % no sabe para qué sirve.

VI. Tablas de resultados de la 1° encuesta

Tabla categoría 1 - (C1) La Física del sonido.

C1 La Física del sonido		D1: La Física del sonido										
D 1.1.1 El sonido como	D 1.1.1.1	movimiento ondulatorio	onda vibratoria	transferencia de energía	sensación auditiva	sensación auditiva	Relacionado con la sensación				No sabe no contesta	
	D 1.1.1.2	20 %	15 %	15 %	20 %	15 %	Relacionado con la sensación				15 %	
	D 1.1.1.3	Relacionado con la física										
	palabras con las que asocia los sonidos	onda	vibración	música	agudo y grave	fuerte	ruido	instrumentos	Relacionado con la comunicación			el habla
	5%	5%	15%	65%	10%	15%	5%					5%
	ningún instrumento musical	guitarra	piano	Piano/Guitarra	batería	flauta					cantante	
	70 %	25 %	10 %	15 %	3 %	3 %					3 %	
	Discrimina según el medio	Velocidad del sonido en aire		Confunde con la velocidad de la luz						No sabe no contesta		
	15 %	35 %		10 %						40 %		
	D 1.2.2	Choque o rebote		Choque o rebote								
reflexión o eco	sin explicitar condiciones	Choque o rebote		Como Reflexión		Como Repetición		No sabe no contesta				
		Explicita condiciones para que se produzca										
54 %	18 %	5 %		5 %		5 %		16 %				

D 1.2.3 propagación del sonido en medios materiales. Vibración y movi- miento ondulatorio	Propagación de vibraciones	20 %	Propagación de ondas sonoras	18 %	Propagación con discriminación del medio	15 %	Propagación con discriminación de velocidad	20 %	Percepción de la vibración	20 %	No sabe no contesta	7 %	
	Diferencia velocidad de la luz y sonido		80 %		Además dan valores		15 %		No sabe		5 %		
	D 1.3.1 diferencias entre ruido y sonido	intensidad	15 %	Sensación Molesto	30 %	Sensaciones soportable/insoportable	10 %	Sensación agradable/desagradable	20 %	Con significado con sentido/ sin sentido	15 %	No sabe no contesta	10 %
		Trafico	65 %	gritos	20 %	Golpes secos	5 %	Alarmas		5 %		No contesta	25 %
D 1.3.2 ruidos molestos	Diferencia velocidad de la luz y sonido		80 %		Además dan valores		15 %		No sabe		5 %		
	Diferencia velocidad de la luz y sonido		80 %		Además dan valores		15 %		No sabe		5 %		

Tabla 2: Categoría 2: La sensación auditiva. Percepciones acústicas, hábitos y su influencia en la salud y la audición.

D 2.1 hábitos para escuchar música	alto siempre	alto a veces	moderado	bajo	volumen elevado: Relacionados con la sensación -sordera	No escucha música
	65 %	20 %	5 %	5 %	5 %	25 %

siempre a volúmenes de sonido	13 %	33 %	14 %	30 %	18 %	10 %
D 2.2 gusto de los jóvenes por escuchar música muy fuerte	Estimula diversión Levanta el ánimo	Se valoriza mejor la música	Moda gusto		Para aislarse Impide pensar	No sabe no contesta
	40 %	20 %	15 %	10 %		25 %
D 2.3 relación entre pérdida de audición y hábitos de exposición a ruidos medidas preventivas	EI volumen alto produce pérdida de audición	No cree que puedan causarle sordera		No lo cree posible dado que no son frecuentes sus exposiciones a volúmenes elevados		
	60 %	15 %		5%		
D 2.4 horas semanales que está en contacto con:	cyber	No asiste a boliches	h en el boliche	No concurre a recitales de rock	No usa walkman	
	25% 1-3 h	37 %	16 % 4-5-6 h	60 %	70 %	
D 2.5 medidas para prevenir la sordera	evitar exponerse a lugares ruidosos	Legislaciones más rigurosas multas	disminuir la contaminación acústica tráfico	concientizar a la sociedad hábito de los ruidos	Protegerse los oídos taponar walkman	No sabe no contesta
	30 %	20 %	10 %	10 %	10%	10%

Tabla 3: Categoría 3 (C3): Los efectos contaminantes del medio ambiente.

		No recuerda		60-70 dB	16 -20 dB	110 dB	120 dB	
C 3 Los efectos contaminantes del medio ambiente	D 3.1 conocimiento de normas reguladoras sobre el máximo nivel de sonido tolerable	No, ninguna	10%		7,5%	5%	5%	2,5%
	D 3.2 Propiedades contaminantes del sonido	Intensidad del sonido	Mezcla de ruidos desagradables perturbadores	Influencia en la salud física y psicológica	Dañó al oído	Altera la armonía	No contesta	
		35 %	15 %	20 %	10 %	7%	No sé Nada	
	D 3.3 características contaminantes del sonido	Intensidad frecuencia	Sonido molesto	Sonido desagradable	Ondas no armónicas	Mezcla de sonidos	No sabe no contesta	
		25 %	18 %	10 %	5 %	10 %	12 %	
	D 3.4 Características contaminantes del ruido	80 % sí es un contaminante						
	El ruido es un contaminante	Por su intensidad	Altera el medio ambiente	Produce sensaciones desagradables	Pérdida de audición	Dañó a la salud	No discrimina	No sabe no contesta
		80 %	20 %	15 %	30 %	10 %	5 %	20 %

Tabla 4: Categoría 4: (C4) Aplicaciones biomédicas.

C4 Aplicaciones biomédicas	Pérdida de audición		Conoce cómo se mide la pérdida de audición. Audiometría	
	No	"cre-en" que no	Se realizó una audiometría y describe el estudio	No sabe no contesta en qué consiste una audiometría
D 4.1 pérdida de la Audiometría Medición	88 %	12 %	15 %	85 %
D 4.2 concepto de umbrales y rangos de percepción sonora	Umbral de intensidad	Umbral de intensidad dolorosa	Rango de intensidad Vs frecuencia	Confunde umbral con limite sonido/ y ruido no contesta
D 4.3 para qué se usa el estetoscopio	20 %	15 %	20 %	10 %
	Funcionamiento cardiaco y respiratorio	Sonidos corporales	Diagnosticar o predicción	Amplificar sonidos
	30 %	10 %	15 %	15 %
				No sabe no contesta
				30 %

VII. Conclusiones del análisis de la 1ª encuesta

En nuestra investigación con este instrumento exploratorio, hemos encontrado ideas confusas entre “**el sonido como una onda o fenómeno físico**” y “**sonido como audición**”; en menor medida, encontramos la idea de “**el sonido como comunicación**”. Se observa que no discriminan adecuadamente el agente físico, la onda sonora, de la percepción acústica. Tuvimos muchas dudas para la categorización de los “conocimientos previos por su formación musical”. Optamos por incluirla en la categoría 1, siguiendo a Palacios y con la idea que ella aporta conocimiento sobre el sonido. En la categoría 2, las dimensiones 1, 2 y 4 tienen que ver con hábitos, y las 3 y 5, por su influencia en la salud. Llama la atención con referencia a los hábitos de exposición al ruido de los alumnos de Medicina, que un 15 % representa la franja que tiene hábitos perniciosos frente al ruido siempre y un 35 % sólo ocasionalmente. Se puede interpretar que el contacto con la información que reciben en la carrera los sensibiliza respecto a medidas de prevención en general y entre ellas las relacionadas la prevención de la pérdida de audición; otra lectura sería que es una carrera muy exigente y los alumnos no tienen tiempo libre porque están estudiando; cuando se les pregunta por qué los jóvenes escuchan música fuerte el 37 % aclara que “no sale”.

Es llamativo que casi no concurren a boliches, ni a recitales de rock, no usan walkman, escuchan a nivel moderado, tratan de no exponerse a ruidos fuertes. La cantidad de horas semanales que los jóvenes están en contacto con distintas fuentes de sonidos en esta muestra es sorprendentemente muy baja. Considerando la hipótesis de que esto es consecuencia del tipo de exigencias de la carrera, Para confirmar esta interpretación nos proponemos ampliar esta investigación para comparar los hábitos de los alumnos de medicina con otras carreras, y con alumnos de nivel secundario y primario.

Hay temas sobre los que no saben casi nada, tales como audiometría, estoscopio, eco, temas importantes por su aplicación médica como el caso de la ecografía, velocidad de propagación del sonido.

Los resultados y conclusiones obtenidas en este trabajo a partir de la encuesta exploratoria, servirán como base para la elaboración de la 2ª encuesta, más estructurada que analizaremos a continuación.

VIII. Diseño y análisis de la 2ª Encuesta E2

A fin de obtener información más confiable en el análisis e interpretación de los datos y la fundamentación de conclusiones, se diseñó una 2ª encuesta E2 más estructurada, donde se rescataron las categorías “a priori” y se incorporaron o modificaron otras, en función de lo que se detectó en el estudio de campo. La encuesta se reproduce en el Apéndice II

Se analizaron 111 encuestas, según las dimensiones y categorías establecidas en cada caso.

IX. Tablas de resultados de la 2ª encuesta

X. Análisis y discusión de los resultados

El cuadro comparativo de la encuesta 1 y la encuesta 2 se reproduce en el Apéndice 3.

¿Por qué difieren los porcentajes? ¿A qué se atribuye el cambio grande entre respuesta a 1ª y 2ª encuesta? Por lo que acabamos de explicar, es claro que hay diferencias entre las dos encuestas: por estar la 2ª más estructurada y por haberse recogido la experiencia adquirida en la etapa exploratoria. Por ello interpretamos que esto se debe a la influencia que tiene sobre las respuestas la forma de hacer las preguntas.

La encuesta permite controlar si esta interpretación es acertada, pues incluye distintas preguntas sobre el mismo tema, por lo cual es posible indagar sobre la coherencia de las respuestas. Por ejemplo D11 con D12 Este análisis permite concluir que si hay coherencia. Por otro lado se confirman los núcleos de dificultad detectados en la primera encuesta. A nuestro criterio, la información obtenida muestra que ambas encuestas se complementan.

XI. Conclusiones

En nuestra investigación de conocimientos e ideas previas, este estudio descriptivo nos permitió, sobre la base de las categorías identificadas en la primera experiencia exploratoria, un análisis estadístico más confiable.

El análisis permite concluir que:

* no discriminan adecuadamente el agente físico “onda sonora” de la percepción acústica;

Tabla 1 - Categoría I.

		C1: La Física del sonido						
		Dimensión		E 2 %				
				1	2	3	4	5
La Física del sonido	D 1.1 El sonido como	D.1.1.1 Agente físico	Ondas <i>Ondas vibratorias</i> Transferencia de energía	61	25	3	7	2
		D.1.1.2 Sensación auditiva	Sensación auditiva Comunicación No sabe	31	51	9	2	96
				5	9	36	26	30
				3	8	45	39	6
				0	7-	7	26	56
				-	-	-	-	-
	D 1.2 Palabras con las que asocia los sonidos	D 1.2.1 C/ física	Ondas Vibraciones	57	12	8	6	3
		D 1.2.2 C/ sensación	Audición Sen auditiva Música Ruido In musicales	14	48	5	13	9
				14	11	26	21	4
				6	13	40	36	8
				2	10	10	4	28
				6	2	8	8	15
				1	4	0	6	5
		D 1.2.3 C/ comunicación	El habla	0	0	3	6	28

D 2 Propagación del sonido	D 1.3 Conocimientos previos por estudio musical	No toca ningún instrumento Guitarra Piano Piano/guitarra Batería Flauta Cantante	57 % 32 % 13 8 6 11 11	21	16	14	9
				24	15	7	2
D 2 Propagación del sonido	D .2.1: Propagación del sonido	Vibraciones Ondas sonoras Percibimos la vibración Velocidad según el medio Necesita un medio material Se propaga en el vacío	24 50 0 13 11 2	21	16	14	9
				24	15	7	2
D 2 Propagación del sonido	D .2.2: Velocidad de propa- gación	D .2.2.1 Velocidad del sonido en aire	47 31 22	2	4	2	6
		D .2.2.2 Velocidad de la luz	56 28 16	2	4	2	6

D 3 Diferencia entre ruido y sonido	D .3.1 Sensación Del ruido	Intensidad	38	12	12	7	10
		Molesto	12	20	26	16	9
		Insoportable	4	9	10	20	23
		Perturba	26	19	9	23	12
		Desagradable	6	15	15	17	22
		Sin significado	3	5	15	10	10
		S/armonía	12	20	13	7	14
	D .3.2a	Stress	18	5	14	18	22
		Mareo	5	9	6	5	27
		Dolor de cabeza	18	28	25	20	5
		Malestar	17	23	20	8	9
		Sordera	16	9	16	7	12
		Nervios	9	13	8	25	12
		Intolerancia	23	13	11	17	13
	D .3.2b	Tráfico	27	29	21	11	13
		Gritos	16	16	18	27	6
		Servimotos	5	1	9	6	26
		Golpes secos	1	1	4	13	16
		Alarmas	9	18	22	18	10
		Celulares	3	1	1	1	16
		Construcción	34	27	13	14	0
		Batería	5	7	12	10	13

D 3 Diferencia entre ruido y sonido	D .3.1 Sensación Del ruido	Intensidad	38	12	20	26	16	7	10
		Molesto	12	20	26	16	9		
		Insoportable	4	9	10	20	23		
		Perturba	26	19	9	23	12		
		Desagradable	6	15	15	17	22		
		Sin significado	3	5	15	10	10		
		S/armonía	12	20	13	7	14		
	D .3.2a	Stress	18	5	14	18	22		
		Marco	5	9	6	5	27		
		Dolor de cabeza	18	28	25	20	5		
		Malestar	17	23	20	8	9		
		Sordera	16	9	16	7	12		
		Nervios	9	13	8	25	12		
		Intolerancia	23	13	11	17	13		
	D .3.2b	Tráfico	27	29	21	11	13		
		Gritos	16	16	18	27	6		
		Servimotos	5	1	9	6	26		
		Golpes secos	1	1	4	13	16		
		Alarmas	9	18	22	18	10		
		Celulares	3	1	1	1	16		
		Construcción	34	27	13	14	0		
		Batería	5	7	12	10	13		

Tabla 2 - Categoría 2.

Percepciones acústicas, hábitos y su influencia en la salud y la audición						
Dimensiones						
Dimensión: Hábitos de exposición al ruido en la juventud		E 2 %				
		1	2	3	4	5
2.1	2.1 Hábitos para escuchar música	9 45 5 35 4 2	5 12 0 16 9 1	4 11 6 2 15 1	8 3 13 4 4 2	10 0 6 0 11 8
	Alto Siempre Alto a veces Alto siempre porque bajo no escucho Bien Moderado Bajo No escucho música					
	2.2 Gusto de los jóvenes por escuchar música muy fuerte	57 6 17 11 0 9	20 21 27 21 11 -	11 11 29 30 19 -	0 26 21 28 25 -	9 38 9 16 28
	/estimula diversión/Levanta el ánimo Se valoriza mejor la música Moda/gusto Para aislarse/impide pensar No sabe/no contesta Según la música					

2.3	2.3 Hábitos de exposición a ruidos/pérdida de audición	El volumen alto produce pérdida de Audición No cree que puede causar sordera No cree posible/exposiciones poco frecuentes	82 4 14	
2.4	2.4 Cantidad de horas semanales que está en contacto con:	(1-3 h) Cyber No asiste a boliches (4-6 h) Boliche Equipo de música Recitales de rock Walkman		
2.5	2.5 Medidas preventivas para evitar la sordera	Evitar lugares ruidosos No escuchar vol elevado Legislaciones más rigurosas Disminuir tráfico/contaminación acústica Concienciar a la sociedad Protegerse con tapones los oídos No sabe/no contesta	38 20 5 12 17 0 8	17 21 16 21 9 4 12 7 11 18 17 26 16 0 12 14 16 11 24 1 22 12 14

Tabla 3 - Categoría 3 Los efectos contaminantes del medio ambiente.

C3: Los efectos contaminantes del medio ambiente		E 2 %				
		1	2	3	4	5
Dimensión						
3.1	Conocimiento de normas reguladoras sobre el máximo nivel de sonido tolerable	No conoce No recuerda 60-70 dB 16-20 110 dB 120 dB	30 30 19 4 6 11			
3.2	Propiedades contaminantes del sonido	Intensidad Molesto/desagradable/perturba Mezcla de ruidos y sonidos Influye en la salud física y psicológica Daña el oído Altera la armonía/desorden de sonido No sabe/no contesta	34 16 4 21 11 2 20	5 21 13 16 11 7 27	7 12 12 22 18 2 27	10 16 9 5 19 12 29

3.3	Características contaminantes del ruido	Característica contaminante del sonido	Intensidad/frecuencia	40	5	3	4	10
			Sonido molesto	8	9	20	7	6
			Sonido perturbador	12	25	12	7	2
			Sonido desagradable	5	9	8	16	10
			Ondas no armónicas	10	7	3	9	14
			Mezcla de sonidos	2	7	11	14	10
			No sabe/no contesta	28	38	43	42	49
			Altera medio ambiente	16	6	11	6	30
			Intensidad	10	11	11	24	16
		Causa	Sensación desagradable	18	17	16	11	4
			Pérdida de audición	18	16	26	6	6
			Daño a la salud	25	25	7	13	11
			No sabe no contesta	13	25	29	46	33
		Cree que el ruido es un contaminante	Si	84				
			No	4				
			No lo creo	6				
			No contesta	6				

Tabla 4: Categoría 4 Aplicaciones biomédicas.

C4: Aplicaciones biomédicas				
Dimensión	1	2	3	E 2 %

4.1:	Pérdida de audición. Medición Audiometría AT	Sufre problemas auditivos	Si	19	-	-
			“Cree que no” No	27 54		
		Sabe cómo se mide la pérdida de audición	Si	20		
			No	72		
			No contesta	9		
		Se realizó una audiometría AT	Si	15		
			No	80		
			No contesta	5		
		Sabe en qué consiste una audiometría AT	Algún conocido	8		
			Si	14		
No	75					
4.2:	Umbrales y rangos de percepción sonora	Umbral intensidad	No	86	-	-
			Si	14		
		Umbral de dolor	No	90		
			Si	10		
4.3:	Para qué se usa el estetoscopio	Rango humano de audición	No	91	-	-
			Si	9		
			No sabe	40		
		Para amplificar sonidos	11	40	40	40
		Función cardíaca y respiratoria	18	12	12	11
		Sonidos corporales	9	13	13	20
		Diagnosticar/predecir	10	22	22	7
			2	18	13	11

* se confirman nuestras conclusiones sobre las ideas confusas entre “*el sonido como una onda o fenómeno físico*” y “*sonido como audición*”;

* *se encuentra* en menor medida *el sonido como comunicación*;

* aparecen cosas importantes para ser tenidas en cuenta en la planificación de actividades de enseñanza, como por ejemplo la fuerza de la resistencia de algunas preconcepciones, tal es el caso de la idea confusa de *onda vibratoria* (51 %);

* hay temas importantes por su aplicación médica sobre los que no saben casi nada, tales como audiometría, fundamentos físicos del estetoscopio.

El estudio del tema parece sugerir también la conveniencia de planificar actividades de aprendizaje para que propiciar que los estudiantes tomen conciencia de cuáles son sus hábitos más perniciosos sobre datos más científicos y fundados. Es un aporte formativo muy valioso. De la encuesta resulta que los estudiantes creen que hay una marcada relación entre los *problemas auditivos* con los hábitos de escuchar música a volúmenes elevados, la concurrencia a boliches, el mal uso de instrumentos y equipos de música, comprobando que el problema se potencia cuando coinciden estas variables. Cabe destacar la preocupación de los alumnos músicos. A pesar de que el 19 % tiene problemas auditivos y el 27 % “cree que no”, y de la preocupación general por los problemas auditivos, sólo el 15 % de los alumnos se ha realizado una audiometría tonal AT.

En relación con trabajos de otros autores, Palacios (1997) menciona la falta de trabajos sobre acústica y sonido desde la óptica estructuralista, en relación a las ideas previas de los alumnos. Coincidimos con Saura (1999) en la conveniencia de aprovechar las vivencias de los estudiantes, para el diseño de estrategias de enseñanza-aprendizaje que tengan en cuenta ideas previas e intereses de los estudiantes: agregando a los temas clásicos de sonido, contenidos de audición y contaminación acústica y mostrando su gran aplicación en Medicina. Coincidimos con Palacios (1997) en la importancia del tema, ya que constituye un ejemplo del movimiento ondulatorio que puede favorecer una mejor comprensión sobre el movimiento oscilatorio de las partículas del medio y el mecanismo mediante el cual se transfiere la energía.

Disponer de esta información es muy relevante para la planificación de propuestas instruccionales sobre el tema y para el diseño de estrategias (AIZICZON; CUDMANI, 2005; SAURA, 1996)

En esta línea, los objetivos de la estrategia superadora, siempre de acuerdo con Palacios (op. cit), tendrán que ocuparse de temas tales como la prevención de daños en la audición, tema fundamental en la práctica médica moderna, y en este

caso abre la posibilidad de que los jóvenes reflexionen sobre sus hábitos de exposición al ruido y sus consecuencias en la salud y la pérdida de audición

A la hora de seleccionar los contenidos curriculares de la materia el docente enfrenta siempre el complejo problema de qué contenidos debe incluir en la planificación. Sobre la base de los resultados de esta encuesta es posible seleccionar algunos criterios más claros y objetivos para efectuar esta selección y diseñar actividades áulicas.

Así, se seleccionaron los siguientes contenidos (en cada uno de los cuales habrá que desarrollar tanto aspectos conceptuales como los procedimentales y actitudinales):

- estudiar las ondas desde el punto de vista físico – desarrollar propagación de ondas (frecuencia, longitud de onda, velocidad de propagación, amplitud);
- aclarar la confusión entre onda y vibración;
- diferenciar ruido de sonido, aclarar el tema desde el punto de vista físico y desde el punto de vista fisiológico;
- analizar el mecanismo humano de la audición – umbral de intensidad, umbral de dolor;
- informar sobre curvas audiométricas, relación entre intensidad y frecuencia para el oído humano;
- tomar conciencia de la contaminación acústica y el daño a la salud;
- reflexionar sobre los hábitos de exposición al ruido y la pérdida de audición en los jóvenes.

Estos criterios se aplicaron para el diseño de las siguientes estrategias de enseñanza en propuestas superadoras referidas al tema, las cuales fueron analizados en otros trabajos de las autoras:

a) Una guía de actividades, que fueron presentadas como un módulo de integración en una enseñanza problematizada, con actividades en clase y a distancia, como pequeñas investigaciones, teniendo en cuenta el aspecto de salud pública, los datos estadísticos, medidas de prevención, y campañas de concientización a la población (AIZICZON; CUDMANI, 2005).

b) Una propuesta de actividades para ser desarrollada en el aula en una clase de 2 h (AIZICZON; CUDMANI, 2005).

c) Un capítulo de libro, con los aspectos teóricos del tema, y con el nuevo enfoque de “Ondas, Sonido y Audición”, con las Actividades diseñadas para el aula y con actividades de ejercitación a distancia (MAISANO; AIZICZON et al, 2005, 2006).

d) Se evaluó la propuesta “Los sonidos ¿amigos o enemigos?” en el Taller “El Hombre y su medio ambiente” de REF14, 2005, a cargo de las autoras.

Los resultados finales obtenidos sobre el aprendizaje significativo de esta temática, se obtendrán de la triangulación de los resultados de la investigación sistemática de los datos obtenidos en las instancias antes mencionadas y se desarrollarán en otro trabajo. Nos proponemos ampliar esta investigación para comparar los hábitos de los alumnos de Medicina con otras carreras, y con alumnos de nivel secundario y primario. Pensemos que son alumnos de 18-20 años, que están en 2º año de Medicina, y en la importancia del oído para el médico, para la comunicación con el paciente así como para el uso del estetoscopio.

Como un aporte de interés en la formación integral de los futuros profesionales surge de este estudio la necesidad de realizar campañas de prevención y toma de conciencia de la importancia de cuidar el sentido del oído, y de revisar los hábitos de los jóvenes de exposición al ruido como una moda, sin que el temor de los daños auditivos que pueden resultar de tales prácticas desaprensivas pueden afectar su desenvolvimiento en más de cuarenta años de práctica profesional.

Bibliografía

AIZICZON, B.; CUDMANI, L. Evaluación de ideas previas sobre ondas, sonido y audición en ciencias médicas: creencias y preconcepciones de los estudiantes. In: SIMPOSIO DE INVESTIGADORES DE EDUCACIÓN EN FÍSICA, 8, 2006, Gualeguaychú, Entre Ríos, Argentina. **Atas...** p. 1-13.

AIZICZON, B.; CUDMANI, L. Evaluación diagnóstica: Ideas previas sobre ondas sonido y audición en estudiantes de 2º año de Medicina. In: REUNIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN EN FÍSICA, 14, 2005, San Carlos de Bariloche. **Memorias...** (CD-ROM, archivo: p. 1- 13)

AIZICZON, B.; CUDMANI, L. Una propuesta instruccional para Física en Ciencias de la Salud: Ondas, sonido y audición. In: REUNIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN EN FÍSICA, 14, 2005, San Carlos de Bariloche, Argentina. **Memorias...** (CD-ROM, archivo: p. 1- 15)

AIZICZON, B.; CUDMANI, L. El modelo ausubeliano en la enseñanza de Biofísica en Medicina. In: SIMPOSIO DE INVESTIGADORES EN EDUCACIÓN EN

FÍSICA, 7, 2004, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. **Memorias...** (CD-ROM, archivo: p. 1-8)

AUSUBEL, D. **Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo**. Méjico: Ed. Trillas, 1981.

SÁNCHEZ, M. A.; PÉREZ, D. G; TORREGROSA, J. M. Evaluar no es calificar. La evaluación en una enseñanza constructivista de las ciencias. **Investigación en la escuela**, v. 30, p. 15-26, España, 1996.

CAMPANARIO, J.; OTERO, J. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 2, p. 155-169, España, 2000.

PÉREZ D. G.; CASTRO, V. Contra la distinción clásica entre teoría, prácticas experimentales y resolución de problemas: el estudio de las fuerzas elásticas como ejemplo ilustrativo. **Didáctica de las ciencias**, v. 2, n. 3, p. 1-22, 1995.

MAISANO; AIZICZON et al. Temas de biofísica. Cátedra de Biofísica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, 2005, 2006.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1983.

MOREIRA, M. A. **Teorías de Aprendizagem**. Sao Paulo: Editora Pedagógica e Universitaria Ltda., 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizaje significativo: teoría y práctica**. Madrid: Aprendizaje Visor, 2000.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. S. **Aprendizagem significativa. A teoria de David Ausubel**. 2. ed. Brasil: Centauro Editora, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica/aprendizaje significativo crítico**. Porto Alegre, 2005. ISBN 85-904420.

PALACIOS, F. P. Escuchando el sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, p. 233-247, España, 1997.

PESA, M.; CUDMANI, L. ¿Qué ideas tienen los estudiantes respecto a la visión? In: SIMPOSIO DE INVESTIGADORES EN EDUCACIÓN EN FÍSICA, 4, 1998, Tucumán, Argentina. **Memorias...** (CD-ROM, archivo: p. 311-322)

RÖEDERER J. G. **Acústica y Psicoacústica de la música**. Argentina: Ricordi, 1997.

LLAMAS, O. S.; DE PRO BUENO, A. “¿Utilizan los alumnos esquemas conceptuales en la interpretación del sonido?” **Revista Enseñanza de las ciencias** 17 (2), 193-210. España 1999

CARBONELL, V.; TORREGROSA, M.; GARCÍA, O. Enseñar y aprender en una estructura problematizada. **Alambique**, v. 34, p. 47-55, 2002.

Anexo 1

Encuesta exploratoria conocimientos previos de sonido

- * Vivimos en un mundo lleno de sonidos. Explica con tus palabras el significado de “sonido”.
- * Menciona las palabras que utilizas para describir los sonidos.
- * ¿Sabes tocar algún instrumento musical?
- * Comenta tus hábitos para escuchar música. ¿Te expones a volúmenes elevados?
- * ¿Por qué a los jóvenes les gusta escuchar la música muy fuerte?
- * Menciona horas semanales en contacto con: Cyber, walkman, boliches, recitales, tráfico, otros.
- * ¿Piensas que tus hábitos sobre exposición a ruidos y sonidos pueden llevarte a la pérdida de audición? ¿Qué medidas preventivas recomendarías para prevenir la sordera?
- * ¿Conoces normas sobre el máximo nivel de sonido tolerable? ¿Cuáles?
- * ¿Qué entiendes por contaminación acústica?
- * ¿En qué consiste el ruido?
- * Explica si podemos considerar el ruido como un contaminante.
- * ¿Cómo diferenciarías ruido de sonido?
- * ¿Qué efectos produce el ruido en el organismo.
- * ¿Tienes problemas auditivos? Te hiciste una audiometría? Puedes describir este estudio?
- * ¿Qué entiendes por “umbral de audición y de sensación dolorosa? ¿Qué sabes del rango humano de percepción de frecuencias y de intensidad sonora?
- * El médico ausculta con un estetoscopio ¿Sabes para qué? ¿Cómo funciona?

- * El sonido se propaga con cierta velocidad. ¿Conoces su valor? ¿Cuál?
- * ¿En qué consiste y por qué se produce el eco?
- * ¿Por qué el indio en la película apoya la oreja contra el suelo para saber si viene el tren?
- * ¿Por qué primero se ve el rayo y luego el trueno?

Anexo 2

Encuesta ideas previas de sonido

Estas preguntas van a servir para mejorar la enseñanza de este tema. Gracias por colaborar con tus aportes y reflexiones.

Marca tu respuesta enumerando del 1 al 5 en orden decreciente, siendo el 1 la respuesta que más se acerca a tu opinión y el 5 la que más se aleja de tu opinión.

El sonido es:

Movimiento ondulatorio	Onda vibratoria	Transferencia de energía	Sensación auditiva	Agente para la comunicación

Con qué palabras asocia los sonidos?

Onda	Vibración	Música	Agudo/ grave	Fuerte	Ruido	Instrumentos	El habla

Cuáles son sus conocimientos previos por su formación musical?

Ningún instrumento musical	Guitarra	Piano	Piano y guitarra	Batería	Flauta	Cantante

Respecto a la velocidad de propagación del sonido puedes decir:

Varía según el medio	Cual es la Velocidad del sonido en aire	Cual es la velocidad de la luz	No sabe

¿Cómo se propaga el sonido en medios materiales? Vibración y movimiento ondulatorio?

Se propaga como vibraciones	Se propaga como ondas sonoras	Depende del medio	La velocidad de propagación varía	Percepción de la vibración	No sabe no contesta

Diferencia entre velocidad de propagación del sonido y la luz.

Velocidad del sonido	Velocidad de la luz	No sabe

Diferencias entre ruido y sonido.

Intensidad	Molesto	Soportable/ insoportable	armonía/ perturba	agradable/ desagrada- ble	con sentido/ sin sentido	No sabe no contesta

Ruidos molestos.

Trafico	Gritos	Golpes secos	Alarmas	No contesta

Hábitos para escuchar música siempre a volúmenes de sonido.

Alto siempre	Alto a veces	Moderado	Bajo	No escucha música	Volumen elevado: Relacionados con la sensación sordera

Gusto de los jóvenes por escuchar música muy fuerte.

Estimula diversión Levanta el ánimo	Se valoriza mejor la música	Moda gusto	Para aislarse Impide pensar	No sabe no contesta

Relación entre pérdida de audición y hábitos sobre exposición a ruidos medidas preventivas para prevenir la sordera.

El volumen alto produce pérdida de audición	No cree que pue- dan causarle sordera	No lo cree posible dado que no son frecuentes sus exposiciones a volú- menes elevados

Cantidad de horas semanales que está en contacto con:

Cyber	No asiste a boliches	Horas en el boliche	No concurre a recitales de rock	No usa walkman

Medidas para prevenir la sordera.

Evitar exponerse a lugares ruidosos	No escuchar música volúmenes elevados	Legislaciones más rigurosas multas	Disminuir la contaminación acústica tráfico	Concientizar a la sociedad hábito de los ruidos	Proteger los oídos tapones walkaman	No sé no contesta

Propiedades contaminantes del sonido.

Intensidad del sonido	Ruidos molestos y desagradables perturbadores	Mezcla de ruidos o sonidos	Influencia en la salud física y psicológica	Daño al oído	Altera la armonía Desorden del sonido	No contesta No sé Nada

Características contaminantes del sonido.

Intensidad frecuencia	Sonido molesto	Sonido perturbador	Sonido desagradable	Ondas no armónicas	Mezcla de sonidos	No sabe no contesta

El ruido es un contaminante porque:

Altera el medio ambiente	Por su intensidad	Produce sensaciones desagradables	Pérdida de audición	Daño a la salud	No sabe no contesta

B. Marque con una cruz lo que corresponda a su opinión.

Cree que el ruido es un contaminante?

Si	No

Conocimiento de normas reguladoras sobre el máximo nivel de sonido tolerable.

No	No recuerda	60-70 dB	16 -20 dB	110 dB	120 dB

Cree que usted sufre una pérdida de la audición?

Si	No	Cree que no

Se realizó una audiometría:

Si	No

Conoce cómo se mide la pérdida de audición.

Si	No

En qué consiste una audiometría.

Si	No	Describe el estudio

¿Conoce los umbrales y rangos de percepción sonora para el hombre?

Umbral de intensidad	Umbral de sensación dolorosa	Rango de intensidad vs. frecuencia

¿Para qué se usa el estetoscopio?

Funcionamiento cardíaco y respiratorio	Sonidos corporales	Diagnosticar o predecir	Amplificar sonidos	No sabe

Anexo 3

Tablas comparativas de la encuesta 1 y la encuesta 2

<p>* Categoría 1: La Física del sonido</p> <p>1.1: Naturaleza y descripción del sonido</p> <p>A) 1.1.1° ondas 61%, ondas vibratorias OV 31%;</p> <p>2° OV 51% ondas 25%;</p> <p>3° sensación auditiva SA 45% y 36% transferencia de energía;</p> <p>4° SA 39% y 26% transferencia de energía y 26% comunicación;</p> <p>5° 50% comunicación; 30% transferencia de energía.</p> <p>1.2.1° ondas 57%;</p> <p>2° vibraciones 48%;</p> <p>3° sensación auditiva 40%, audición 26%;</p> <p>4° 36% sensación auditiva y 21% audición;</p> <p>5° 28% comunicación y 28% música.</p> <p>1.2: Propagación del sonido</p> <p>A) 1.2.1° 50% como ondas sonoras y 24% como vibraciones;</p> <p>2° 40% velocidad según el medio;</p> <p>3° 33% velocidad según el medio;</p> <p>4° 46% percibimos la vibración;</p>	<p>B) comparando los resultados de E1 y E2, encontramos que en muchas dimensiones los porcentajes han cambiado.</p> <p>Por ejemplo, en D1.1: en E1 les pedíamos que describan con sus palabras “qué entiende por sonido” lo que nos permitió definir las categorías; en E2 lo que se hizo fue operativizar la categoría en base a dimensiones; de ese modo aparecen las opciones de respuesta tales como ondas, ondas vibratorias, transferencia de energía, sensación auditiva, medio para la comunicación. En E2 el 92% de las respuestas se refiere a ondas y ondas vibratorias.</p>	<p>audición onda</p>	<p>65%</p> <p>14% 57%</p>
--	---	--------------------------	-------------------------------

<p>5° 33% en el vacío, 30% en medio material. 2.1.2.1 47% no sabe la velocidad del sonido, 31% correcto; 1.2.4.2 el 56% no sabe la velocidad de la luz, el 28% correcto. 1.3: Diferencia entre ruido y sonido A) 1.3.1 1° 38% intensidad y 26% perturba; 2° 20% molesto y 20% carece de armonía, 19% desagradable; 3° 26% molesto; 4° 23% perturba, 20% insoportable; 5° 23% insoportable y 22% desagradable. 1.3.2 1° 23% causa intolerancia, 18% stress; 2° 28% dolor de cabeza, 23% malestar; 3° 25% dolor de cabeza, 20% malestar; 4° 25% nervios, 20% dolor de cabeza; 5° 27% mareo, 22% stress. 1.3.2.b 1° 34% construcción y 27% tráfico; 2° 29% tráfico y 27% construcción; 3° 22% alarmas y 21% tráfico y 18% gritos; 4° 27% gritos y 18% alarmas; 5° 26% servimotos y 16% celulares y 16% golpes secos</p>	<p>B) 1.3.1 intensidad perturba. 1.3.2a intolerancia stress dolor de cabeza. 1.3.2.b construcción tráfico</p>	<p>38% 26% 23% 18% 18% 34% 27%</p>	
<p>* Categoría 2: La sensación auditiva A) 2.1 2.2 1° 57% levanta el ánimo; 2° moda/gusto 27%, y las otras 20% coinciden; 3° 30% aislarse 29% moda/gusto; 4° 28% aislarse, 26% se valoriza mejor; 5° 38% se valoriza mejor. 2.3 2.4</p>	<p>B) 2.1 *alto a veces *moderado *bajo 2.2 *levanta el ánimo 2.3 *el volumen alto causa sordera</p>	<p>45% 35% 4% 57% 80%.</p>	<p>33% 14% 30% 40% 65%</p>

<p>2.5 1° 38% evitar lugares ruidosos, 20% evitar volumen elevado 2° 21% evitar volumen elevado, 21% disminuir contaminación acústica 3° 26% disminuir contaminación acústica 4° 22% concientizar hábitos 5° 24% legislaciones más rigurosas, 22% concientizar hábitos</p>			
<p>*Categoría 3: Los efectos contaminantes del medio ambiente: A) 3.1 El 60% de los alumnos no conoce normas reguladoras del sonido. El 19% menciona 60-70 dB.</p>	<p>B)</p>	<p>E1</p>	<p>E2</p>
<p>3.1</p>	<p>no conoce 60-70 dB</p>	<p>68% 7%</p>	<p>60% 19%</p>
<p>3.2</p>	<p>coinciden los porcentajes *intensidad *influye en la salud</p>	<p>35% 20%</p>	<p>31% 21%</p>
<p>3.3</p>	<p></p>	<p></p>	<p></p>
<p>3.3.1</p>	<p>*intensidad</p>	<p>25%</p>	<p>40%</p>
<p>3.3.2</p>	<p>coinciden *altera el medio ambiente *daño a la salud</p>	<p>15% 20%</p>	<p>16% 25%</p>
<p>1° 25% daño a la salud y 18% sensación desagradable y 18% pérdida de audición; 2° 25% daño a la salud y 17% sensación desagradable; 3° el 26% pérdida de audición y 16% sensación desagradable; 4° el 24% intensidad 5° 30% altera el medio ambiente</p>	<p>difieren *sensación desagradable</p>	<p>30%</p>	<p>18%</p>

<p>* Categoría 4: Aplicaciones tecnológicas biomédicas:</p> <p>C4.1: en E2 encontramos un 19% con problemas auditivos y un 27% que "cree que no", solo un 15% se realizó una audiometría AT, y solo un 6% describe la AT por sus aspectos técnicos, mencionando que escuchan diferentes sonidos con los audífonos, y sólo algunos mencionan la intensidad.</p> <p>C4.2 el 86 % no conoce umbral de audición, el 90% no conoce umbral de dolor, ni el rango de audición humana;</p> <p>C4.3 El 40 % no sabe para qué sirve el estetoscopio. 1º 29% <i>poder amplificador</i>, 18% receptor de sonidos del funcionamiento cardíaco y respiratorio.</p> <p>2º y 3º 22% sonidos corporales y 18% diagnosticar/ predecir</p> <p>5º 22% diagnosticar/ predecir</p> <p>20% funcionamiento cardíaco y respiratorio</p>	<p>B) C4.</p> <p>no tienen <i>problemas auditivos</i> sí tiene pérdida de audición "cree que no"</p> <p>* En E2 es preocupante el valor de 19% y el 26% que "cree que no", interpretamos que debe existir una sordera leve pero que no se realizó estudios de AT.</p>	<p>88%</p>	<p>54% 19%26%</p>
	<p>C4.2</p> <p>*no sabe cómo se mide pérdida de audición</p> <p>*no conocen el campo auditivo</p>	<p>35%</p>	<p>86%</p>
	<p>C4.3 no conoce funcionamiento* funcionamiento cardíaco/respiratorio amplificar sonidos.</p>	<p>30%</p>	<p>30%</p>