



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
BAUTISTA MEDINA	CRISTHIAN MAURICIO

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
MARIN OVIEDO	GONZALO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: LICENCIADO EN CIENCIAS NATURALES FÍSICA QUÍMICA Y BIOLOGÍA

FACULTAD: EDUCACION

PROGRAMA O POSGRADO: LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES FÍSICA QUÍMICA Y BIOLOGÍA

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2017 NÚMERO DE PÁGINAS: 104

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos Ilustraciones en general Grabados
Láminas Litografías Mapas Música impresa Planos Retratos Sin ilustraciones
Tablas o Cuadros

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: NO APLICA.

MATERIAL ANEXO: NO APLICA

PREMIO O DISTINCIÓN: *Meritoria*

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

Inglés

1. ENFOQUE CTSA

1. CTSA APPROACH

2. APRENDIZAJE ACTIVO

2. ACTIVE LEARNING

3. FENÓMENOS SONOROS

3. SOUND PHENOMENA

4. SECUENCIA DIDÁCTICA

4. DIDACTIC SEQUENCE

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La presente investigación se muestra como un aporte para el desarrollo de trabajo mediante un enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y ambiente (CTS), en el cual se relacionan aspectos como la elaboración de una secuencia didáctica, y el análisis de una evaluación cuantitativa y cualitativa de respuestas, las anteriores son obtenidas de los estudiantes de la institución educativa Félix María Ortiz de Itaiibe Cauca, sobre cuestiones controversiales de la ciencia y tecnología, las cuales se articularon con contenidos del área de física de ciencias naturales para el grado once.

Dicho enfoque se aplicó apoyado en los conceptos de algunos fenómenos sonoros como son la naturaleza del sonido, las características del sonido, sistemas resonantes, fenómenos ondulatorios del sonido, velocidad del sonido y oído y audición, los cuales se organizaron en una secuencia didáctica que contenía preguntas y situaciones controversiales, experimentos demostrativos, discusiones mediante foros de noticias controversiales y un juego de roles con el fin de desarrollar habilidades CTSA en los estudiantes como la capacidad de argumentar y de tomar decisiones.

La aplicación de la secuencia fue pertinente porque los estudiantes se motivaron a conocer los fenómenos sonoros de una forma menos abstracta, así como sus implicaciones para la sociedad y el medio ambiente; además lograron desarrollar habilidades de argumentación, reflexión, postura crítica y visión holística que tienen gran importancia a la hora de tomar una decisión sobre aspectos tecno-científicos pertinentes a la actualidad y al contexto que los rodea. Sin embargo, la mayoría de ellos siguen teniendo dificultades para discutir argumentos referentes a la educación al momento de relacionarlos con alguna situación controversial.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The Science, Technology, Society and Environment (CTS), in which they are related like the elaboration of a didactic sequence, and the analysis of a quantitative and qualitative evaluation of answers, the previous ones are obtained of the students of the educational institution Félix Maria Ortiz de Itaiibe Cauca, on controversial issues of science and technology, which were articulated with contents of the area of natural science physics for the grade once.

This approach has been based on the concepts of sonorous sounds such as the sound of the nature of sound, the characteristics of sound, resonance systems, sound phenomena, sound and hearing velocity and the selection of a sequence Didactics that contained controversial questions and situations, demonstrative



experiments, controversial discussion forums, and a role play in order to develop students' CTSA skills such as argumentative and decision making skills.

The application of the sequence was pertinent because the students were motivated to know the sound phenomena in a less abstract way, as well as its implications for society and the environment; In addition they were able to develop skills of argumentation, reflection, critical posture and holistic vision that have great importance when making a decision on techno-scientists relevant to the current situation and the surrounding context. However, most of the conflicts related to the discussion arguments regarding education at the time of relating them to some controversial situation.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Álvaro Enrique Avendaño

Firma:

Nombre Jurado: Álvaro Enrique Avendaño

Firma:

Nombre Jurado: Rodrigo Bravo Baeza

Firma:



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 25-07-2017

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Cristhian Mauricio Bautista Medina con C.C. No. 1081412819

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado

titulado ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE ALGUNOS FENÓMENOS SONOROS USANDO UN ENFOQUE CTSA

presentado y aprobado en el año 2017 como requisito para optar al título de

LICENCIADO EN CIENCIAS NATURALES FÍSICA QUÍMICA Y BIOLOGÍA

Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: 

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE UNA SECUENCIA
DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE
ALGUNOS FENÓMENOS SONOROS USANDO UN
ENFOQUE CTSA**

Cristhian Mauricio Bautista Medina

**Universidad Surcolombiana
Facultad de Educación
Licenciatura en ciencias naturales Física Química y Biología
Neiva (H), Colombia
2017**

**ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE UNA SECUENCIA
DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE
ALGUNOS FENÓMENOS SONOROS USANDO UN
ENFOQUE CTSA**

Cristhian Mauricio Bautista Medina

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Licenciado en ciencias naturales Física Química y Biología

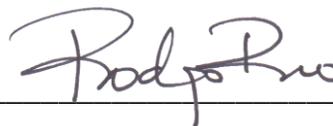
Director:
Gonzalo Marín Oviedo

Universidad Surcolombiana
Facultad de Educación
Licenciatura en ciencias naturales Física Química y Biología
Neiva (H), Colombia
2017

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado



Firma del jurado

Neiva (H), Colombia, Julio de 2017.

“La manzana no puede ser vuelta a poner de nuevo en el árbol del conocimiento; una vez que empezamos a ver, estamos condenados y enfrentados a buscar la fuerza para ver más, no menos”

Arthur Miller

Agradecimientos

A mi abuela Hilda María Valencia Díaz, sin su apoyo no hubiera podido culminar mis estudios universitarios en un área por la cual siento gran vocación.

A mis padres y a toda mi familia por su amor y compañía en este largo proceso de aprendizaje y formación personal.

A mí asesor y docente Gonzalo Marín Oviedo, el cual gracias a su apoyo, paciencia, consejos y enseñanzas el desarrollo de este trabajo no hubiera sido posible.

A mis compañeros y amigos Mercedes, Erika, Cristian, Flor y linda, por su ayuda, consejos y momentos de dispersión, que me permitieron observar esta investigación desde distintos enfoques.

A los docentes jurados y estudiantes, los cuales desde su experiencia y puntos de vista aportaron a la claridad del desarrollo del proyecto.

A todo el cuerpo educativo de la institución educativa Félix María Ortiz quienes me brindaron el tiempo y el espacio para desarrollar el trabajo.

A mis estudiantes quienes siempre estuvieron dispuestos a vivir esta experiencia innovadora de enseñanza- aprendizaje.

A todos mis más grandes reconocimientos.

Resumen

La presente investigación se muestra como un aporte para el desarrollo de trabajo mediante un enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y ambiente (CTS), en el cual se relacionan aspectos como la elaboración de una secuencia didáctica, y el análisis de una evaluación cuantitativa y cualitativa de respuestas, las anteriores son obtenidas de los estudiantes de la institución educativa Félix María Ortiz de Itaiibe Cauca, sobre cuestiones controversiales de la ciencia y tecnología, las cuales se articularon con contenidos del área de física de ciencias naturales para el grado once.

Dicho enfoque se aplicó apoyado en los conceptos de algunos fenómenos sonoros como son la naturaleza del sonido, las características del sonido, sistemas resonantes, fenómenos ondulatorios del sonido, velocidad del sonido y oído y audición, los cuales se organizaron en una secuencia didáctica que contenía preguntas y situaciones controversiales, experimentos demostrativos, discusiones mediante foros de noticias controversiales y un juego de roles con el fin de desarrollar habilidades CTSA en los estudiantes como la capacidad de argumentar y de tomar decisiones.

La aplicación de la secuencia fue pertinente porque los estudiantes se motivaron a conocer los fenómenos sonoros de una forma menos abstracta, así como sus implicaciones para la sociedad y el medio ambiente; además lograron desarrollar habilidades de argumentación, reflexión, postura crítica y visión holística que tienen gran importancia a la hora de tomar una decisión sobre aspectos tecnocientíficos pertinentes a la actualidad y al contexto que los rodea. Sin embargo, la mayoría de ellos siguen teniendo dificultades para discutir argumentos referentes a la educación al momento de relacionarlos con alguna situación controversial.

Contenido

RESUMEN.....	6
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.2 JUSTIFICACIÓN	15
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	17
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	17
1.4 ÁREA DE ESTUDIO	18
2. MARCO DE FUNDAMENTACIÓN	20
2.1 REFERENTE DIDÁCTICO	20
2.1.1 <i>El enfoque CTS</i>	20
2.1.2 <i>Técnicas de Discusión</i>	22
2.1.3 <i>El Aprendizaje Activo</i>	24
2.1.4 <i>La Secuencia Didáctica</i>	25
3. MARCO EPISTEMOLÓGICO.....	27
3.1 CONTEXTO HISTÓRICO DE LOS FENÓMENOS SONOROS	27
3.2 ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS DE LOS FENÓMENOS SONOROS	28
3.2.1 <i>Fenómenos sonoros</i>	28
4. MARCO CONCEPTUAL	30
4.1 MOVIMIENTO ONDULATORIO	30
4.2 EL SONIDO	31
4.2.1 <i>Naturaleza del sonido</i>	31
4.2.2 <i>Características del sonido</i>	32
4.2.3 <i>Velocidad del sonido</i>	33
4.2.4 <i>Fenómenos ondulatorios del sonido</i>	34
4.2.5 <i>Sistemas resonantes</i>	36
4.3 OÍDO Y AUDICIÓN.....	39
4.3.1 <i>Contaminación auditiva</i>	39
5. METODOLOGÍA	42
5.1 PLAN DE ANÁLISIS	53
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	54
6.1 VALIDACIÓN DEL TEST.....	54
6.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL PRE-TEST Y POST-TEST	57

6.3	ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO CTSA	60
6.3.1	<i>Análisis cualitativo CTSA</i>	60
6.3.2	<i>Análisis cuantitativo CTSA</i>	70
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
7.1	CONCLUSIONES	75
7.2	RECOMENDACIONES	76
A.	ANEXO 1. SECUENCIA DIDÁCTICA	77
	ANEXO 1.1 FOTOS EXPERIMENTOS DEMOSTRATIVOS	77
	ANEXO 1.2 NOTICIAS Y VIDEOS	80
B.	ANEXO 2. MATRIZ DE EVALUACIÓN Y TEST VALIDADO POR EXPERTOS	88
C.	ANEXO 3. RESULTADOS PRE-TEST Y POS-TEST	99
8.	BIBLIOGRAFÍA	100

Lista de figuras

Figura 1. Mapa de la ubicación del municipio de Itaibe (Páez) Cauca.....	18
Figura 2. Institución Educativa Félix María Ortiz.....	18
Figura 3. Mural del proyecto de identidad cultural.....	19
Figura 4. Laboratorios, aulas y espacios de la institución.....	19
Figura 5: elementos de una onda.....	30
Figura 6: reflexión y refracción de ondas.....	35
Figura 7: Difracción de una onda.....	35
Figura 8. Armónicos en una cuerda sonora.....	36
Figura 9. Tubo abierto y tubo cerrado.....	37
Figura 10: Anatomía del oído.....	39
Figura 11. Box plot resultados pre y post test.....	57
Figura 12. Gráfico de comportamiento de las respuestas a través del tiempo.....	74

Lista de tablas

Tabla 1. Secuencia didáctica.....	45
Tabla 2: Coeficiente de V de Aiken para cada ítem.	55
Tabla 3. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 1.....	60
Tabla 4. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 2.....	62
Tabla 5. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 3.....	64
Tabla 6. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 4.....	65
Tabla 7. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 5.....	67
Tabla 8. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 6.....	69
Tabla 9. Discusión del foro de la noticia controversial 1.....	70
Tabla 10. Discusión del foro de la noticia controversial 2.....	71
Tabla 11. Discusión del foro de la noticia controversial 3.....	71
Tabla 12. Discusión del foro de la noticia controversial 4.....	72
Tabla 13. Discusión del foro de la noticia controversial 5.....	72
Tabla 14. Discusión del foro de la noticia controversial 6.....	73

Introducción

Es indiscutible que la educación básica enfrenta en la actualidad el gran desafío de enseñar a razonar científicamente, promover la curiosidad, la participación, el pensamiento crítico y la pasión por el conocimiento científico y enfocado a un contexto social, es una tarea que exige altos niveles de profesionalismo y de compromiso para un docente de Ciencias Naturales. El gran objetivo de esta tarea consiste en superar la representación social que existe acerca de las ciencias como un saber de muy difícil acceso, plano, complejo al punto que sólo unos cuantos lo comprenden. Al respecto, es útil mostrar la analogía que existe entre la enseñanza de las ciencias y la enseñanza artística o social. *“Con la educación artística no se pretende que todos sean músicos, pintores o escritores, sino que sean capaces de disfrutar del arte. En el mismo sentido, la educación científica y tecnológica de la ciudadanía no debe pretender que todos los ciudadanos sean capaces de construir un puente, pero sí de permitir que todos puedan participar en las decisiones sobre si debe construir en un determinado lugar y sobre las funciones que debe cumplir”* (Martin, Tedesco, Lopez, Acevedo, Echeverría y Osorio, 2009, citados por Martín y González, 2002).

Es por todo lo anterior que es necesario llegar a un trabajo educativo interdisciplinar mediante el cual se oriente la ciencia en el aula de clases por medio de un enfoque CTS, para ello se debe seleccionar un problema importante relacionado con los distintos roles que el estudiante adopta en la sociedad (ciudadano, profesional, estudiante, trabajador consumidor, etc.) y sobre dicha base se selecciona y estructura el conocimiento científico-tecnológico que se pueda entender un artefacto, tomar una decisión o aportar a la solución de un problema social relacionado con la ciencia-tecnología (Martin et al., 2009).

Pero antes de llegar al trabajo interdisciplinar hay que tener en cuenta que en todo aprendizaje existen dificultades para la comprensión y asimilación de distintos conceptos, sobre todo los que contienen aspectos abstractos. Es por ello que se pretende solventar esta problemática mediante un trabajo contextualizado que lleve al estudiante a usar los elementos disciplinares obtenidos en el aula, a la vida cotidiana. Por eso el principal objetivo de esta investigación fue desarrollar una secuencia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de algunas características del sonido usando un enfoque CTSA.

El desarrollo del trabajo mediante un enfoque CTSA, busca mejorar no sólo las habilidades argumentativas, sino que además las actitudes que tienen que ver con la independencia de juicio, la noción holística, un sentido de reflexión, la obtención de prácticas democráticas o de discusión social, ambiental, política, cultural o económica; y con todo ello se pueda no sólo solventar las dificultades de aprendizaje que tienen los estudiantes al poner en contexto lo aprendido en el aula de clase, sino que se puedan evitar que este tema sea meramente simbólico o

efímero y por el contrario incidan en la toma de decisiones, donde se logre evidenciar posturas y opiniones de los estudiantes a la hora de analizar una discusión o una controversia referente a una problemática que afronta la sociedad a raíz de una actividad tecno-científica.

La investigación es de carácter descriptivo, cuenta con variables tanto cualitativas como cuantitativas; además tiene un diseño cuasi experimental, donde se analizaron los resultados obtenidos mediante un post y pre test que midió aspectos especialmente conceptuales; las opiniones, argumentos, posturas e hipótesis que se generaban mediante una enseñanza activa; las respuestas que brindaron los estudiantes en la discusión de noticias controversiales y el desarrollo de un juego de roles.

Cabe resaltar que el estudio y análisis de resultados se hizo a partir de una triangulación temporal, en otras palabras, se tuvieron en cuenta distintos momentos de la aplicación de la secuencia didáctica; la cual admitió una observación completa de los datos y variables obtenidas, además permitió identificar algunos indicios de aprendizaje en los estudiantes, aspectos corroborados mediante su comparación con las respuestas de post y pre test.

El presente trabajo aportará aspectos metodológicos y de evaluación que permitirán analizar los datos obtenidos mediante la enseñanza de conceptos disciplinares junto a la discusión de situaciones controversiales CTSA, además ayudará al fortalecimiento de este modelo alternativo, que se presta como una herramienta valiosa para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

1. Situación problemática

1.1 Planteamiento del Problema

Actualmente el docente, pese a que tiene a su disposición gran variedad de enfoques pedagógicos y didácticos, sigue firme en la posición de desarrollar la enseñanza de la ciencia como un saber tradicional sin tener en cuenta el contexto que rodea a un estudiante, los valores, las opiniones, los sentimientos y la misma construcción de saberes a partir de un trabajo social, a esto le sumamos la separación entre la ciencia, la tecnología, el estudio del medio ambiente y la sociedad, ayudando a formar este tipo de educación, enmarcada a producir estudiantes genéricos sin la capacidad de formar una visión crítica o reflexiva en cuanto a la influencia de la ciencia y tecnología en la sociedad así como su desarrollo (Braslavsky, Cecilia, 2002). Por consiguiente, en las enseñanzas obligatorias, donde la población general debe adquirir capacidades básicas como una mejor comprensión de la ciencia y la tecnología, no se dan oportunidades suficientemente explícitas para promover en el alumnado, una alfabetización científica y tecnológica, que sea más útil para su vida personal y social (Manassero y Vázquez 2002).

Dentro del desarrollo institucional como estudiante de la Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, se identifica una gran problemática durante las experiencias en el aula de clase, la cual consiste en que los estudiantes adoptan y aprenden los contenidos disciplinares, solo por el momento, por una nota o simplemente por seguir el sistema educativo tradicional que los rodea, ignorando que estos contenidos pueden trascender, impactar y brindar herramientas para el desarrollo y fortalecimiento de un pensamiento crítico; A raíz de lo anterior nace un interés en el enfoque “Ciencia, Tecnología, Sociedad y ambiente (CTSA)”, porque pone en contexto los saberes propios de la ciencia coincidiendo con (González, García, López, Lujan, Martín, Osorio, 1996). Que definen el enfoque como un ámbito de trabajo académico cuyo objeto de estudio está constituido por los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que concierne a los factores sociales que influyen sobre el cambio científico-tecnológico, como en lo que atañe a las consecuencias sociales y ambientales

En perspectiva a la visión interdisciplinar del enfoque CTSA en el cual se ven integradas la ciencia, tecnología y la sociedad, se llega a la conclusión que al enseñar un contenido disciplinar, éste debe impactar, hacerse sentir como un aspecto importante y común de la vida cotidiana, llevándolo desde lo abstracto hasta lo concreto, al punto de tomar estos conocimientos y poder usarlos como argumento, base de opinión o herramienta para la toma de decisiones frente a las

distintas situaciones generadas por los avances de las tecno-ciencias que afronta e influye de manera significativa en la sociedad actual.

Con el fin de implementar un enfoque CTSA por medio de un contenido disciplinar se eligió trabajar con algunos fenómenos sonoros, temática en la cual los estudiantes tienen dificultades de aprendizaje propios del área (Saura, 1996). Entre las principales dificultades se encuentran que se cree que el sonido se propaga mejor en el vacío porque ofrece una resistencia menor, ya que el sonido puede propagarse mejor en otros medios como el agua, debido a que sus partículas son más compactas; otra concepción errónea es que no creen en la existencia de la refracción del sonido, pero lo cierto es que se puede observar que el sonido puede propagarse más rápidamente en el aire caliente que en el frío; igualmente se presenta confusión entre los conceptos reverberación y eco, e incluso se les dificulta determinar diferencias entre velocidad del sonido e intensidad. Lo anterior son algunas dificultades de aprendizaje a las que un docente se debe enfrentar en el aula, y a esto se le suma las distintas concepciones erróneas a las que los estudiantes se ven expuestos día a día (Marín, 2017).

Con lo anterior, se debe tener en cuenta que al enseñar conceptos del sonido mediante el uso de un enfoque CTSA, además de las dificultades de aprendizaje que presentan los estudiantes frente a algunos conceptos, hay que ponerlos en contexto con la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente mediante una secuencia didáctica, que facilite la visualización de su papel en la vida cotidiana, por ello la pregunta orientadora de esta investigación fue ¿Qué elementos debe tener una secuencia didáctica, para enseñar algunos fenómenos sonoros usando un enfoque CTSA que permita la adquisición de habilidades argumentativas y reflexivas de los estudiantes del grado once de la Institución Educativa Félix María Ortiz del Municipio de Itaibe (Páez) Cauca?

1.2 Justificación

El departamento del Huila se encuentra ubicado en la región Sur de Colombia, la cual abarca no sólo todos los tipos climáticos del país, sino que además presenta gran riqueza etnográfica evidenciada por la variedad de culturas, creencias y costumbres sociales. Sin embargo, pese a esa gran riqueza, el departamento es uno de los menos estudiados en materia de actitudes CTSA, además de que se encuentra con grandes problemas sociales y culturales que aquejan a la mayor parte del territorio nacional. Además, le súmanos que en la Universidad Surcolombiana pese a ser rica en materia de investigación y producción de nuevo conocimiento no hay estudios enfocados en el trabajo interdisciplinar CTSA.

Hay que tener en cuenta que en los procesos de enseñanza-aprendizaje es importante corroborar y generar nuevos conocimientos haciendo énfasis en el estudio de las ciencias naturales, la construcción de saberes desde un entorno social y contextualizado, la naturaleza, la enseñanza – aprendizaje y su relación con los avances en las tecno-ciencias; además, una de las metas como profesional es se deben buscar soluciones a los distintos problemas sociales y así llegar a adoptar un rol como docente líder transformador, que conlleve a mostrar la relación e incidencia estrecha que muchas veces no se ve entre los contenidos disciplinares con los problemas sociales. A partir de lo anterior y siguiendo el planteamiento de Krishnamurti (2007), quien dice que *“la educación no es la simple adquisición de conocimientos, ni es coleccionar y correlacionar datos, sino ver el significado de la vida como un todo”*. Eso es lo que define la verdadera educación.

Con el fin de desarrollar habilidades y actitudes en los estudiantes como: la independencia de juicio, una noción holística, un sentido de reflexión, la obtención de prácticas democráticas o de discusión en distintos ámbitos (social, ambiental, político, cultural y económico), se debe ayudar a trascender los contenidos disciplinares permitiendo que estos no queden como aspectos de aprendizaje momentáneo, efímeros o abstractos. Por el contrario, puedan ser llevados a la realidad, al contexto o a la misma sociedad, para que intervengan en una toma de decisiones o nociones más crítica. Para lograr lo anterior, como primera medida hay que tener en cuenta la motivación a los estudiantes, ya que según Gonzales (2009), *“la motivación fue y es hoy en día un elemento fundamental para el desarrollo de prácticas didácticas con los alumnos en la escuela, ya que no sólo se trata de saber motivar para despertar interés hacia un nuevo aprendizaje, sino que va más allá, tratar de conocer sus bondades, fortalezas, actitudes, predisposición hacia algunas posturas y dominarlo en su aplicación antes, durante y después de una actividad didáctica y curricular”*.

No obstante, hace tiempo el Ministerio de Educación Nacional (MEN) tiene incluido el componente CTSA en los estándares básicos de competencias (EBC) para ciencias naturales, que busca dar solución a los aprendizajes sin contexto y abstractos. Pero surge una duda respecto a cómo se aborda este componente en el aula de clase. Un ejemplo de esto es cuando se revisa que en el entorno físico de dichos EBC se puede encontrar que el estudiante debe relacionar frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de onda mecánica, de tal forma que pueda explicar las aplicaciones de las ondas estacionarias en el desarrollo de los instrumentos musicales, así como indagar sobre los avances tecnológicos en cuanto al uso de ondas mecánicas y explicar sus aplicaciones para la sociedad. Por este motivo es importante unir el estándar con la habilidad de pensamiento y con ello por medio de una enseñanza por aprendizaje activo se pueda aportar al desarrollo de actitudes CTSA en el aula (Marín, 2017).

Otro aspecto importante es la descontextualización que sufre la enseñanza de las ciencias en el aula de clases de acuerdo con Albonia (2009), ya que no se puede pensar en una educación que no tenga en cuenta el entorno social y que en ocasiones hacen a un lado la cultura, la tradición, el punto de vista personal, una visión de expresión artística, y todo lo que conlleva nuestro diario de vivir. Para ello es necesario tener en cuenta que la investigación y la enseñanza es el mejor escenario para consolidar un aprendizaje de carácter interdisciplinar y contextualizado, generado a partir de una construcción social de conocimiento, el cual incorpora diferentes puntos de vista en la solución de problemas. De esta manera el estudiante se empoderará no sólo del conocimiento, sino que además tomará una postura crítica y aportará en la transformación de su realidad.

Al poner en contexto la ciudad de Neiva o alguna de sus poblaciones, estas presentan una contaminación auditiva marcada principalmente en ciertas épocas del año como la celebración del festival folclórico del Huila, llamado San Pedro, así como las fiestas navideñas de fin de año; pero no sólo se observa este tipo de contaminación en estos ámbitos, sino que también se puede observar en lugares donde se encuentra aglomeración de personas como universidades, colegios, centros de salud y a la hora pico, en donde miles de trabajadores, estudiantes y demás miembros de la sociedad se trasladan a distintos destinos. A raíz de la problemática nombrada, se planteó una enseñanza alternativa de algunos fenómenos sonoros y con ello se identificó y se generaron espacios propicios para el desarrollo de actitudes CTSA, brindándoles a los estudiantes un entendimiento disciplinar, un sentido crítico y reflexivo frente a la problemática que los afecta.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar una secuencia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de algunos fenómenos del sonido, sus aplicaciones tecnológicas y el impacto que trae a la sociedad y al medio ambiente, con estudiantes del grado once de la Institución Educativa Félix María Ortiz del municipio de Itaibe(Páez) Cauca.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Revisar los planteamientos históricos, epistemológicos y disciplinares relacionados a algunos fenómenos sonoros.
- Diseñar un test que mida las ideas previas y el aprendizaje adquirido por los estudiantes sobre algunos fenómenos del sonido
- Utilizar mediante una secuencia didáctica algunos aspectos tecno-científicos y controversiales que han intervenido en el desarrollo del sonido, y cómo estos han transformado a la sociedad y al medio ambiente.
- Evaluar durante la aplicación de la secuencia didáctica los argumentos que utilizan los estudiantes en las discusiones sobre la implicación de algunos fenómenos sonoros en el desarrollo social y ambiental.

1.4 Área de estudio



Figura 1. Mapa de la ubicación del municipio de Itaibe (Páez) Cauca.

En el territorio colombiano. Fuente: (S/n).

El área en la que se desarrolló el proyecto es la Institución educativa Félix María Ortiz ubicada en el municipio de Itaibe (Páez) del departamento del Cauca, en Colombia. Este cuenta con 35.059 habitantes y está situado en la zona llamada Sur Baja, formando parte del área territorial conocida históricamente como zona Tierradentro en el Departamento del Cauca. Limita con los municipios de La Plata, Paicol y Nátaga en el Departamento del Huila. (PEI, I.E Félix María Ortiz, 2016).

INSTITUCIÓN EDUCATIVA FÉLIX MARÍA ORTIZ



Figura 2. Institución Educativa Félix María Ortiz

El proyecto se llevó a cabo en los distintos espacios de la institución educativa Félix María Ortiz el cual es de carácter agropecuario y brinda educación básica primaria, secundaria y media, a jóvenes de la población y de algunas veredas e incluso algunos resguardos indígenas de la zona.

Su misión consiste en ser una institución pluriétnica y multicultural; donde se ofrece educación de calidad con especialidad agropecuaria, enmarcada en los

fundamentos y principios etnoeducativos, identidad cultural, competitividad y responsabilidad social para formar personas que cumplan profundamente con las exigencias de una sociedad; en cuanto a su visión se centran en la educación integral que busque el rescate y fortalecimiento de la identidad cultural. (PEI, I.E Félix María Ortiz, 2016).



Figura 3. Mural del proyecto de identidad cultural

La institución educativa cuenta con gran variedad de espacios para enseñanza y convivencia educativa como: laboratorios de física y química, laboratorio de informática, laboratorio audiovisual, espacios de recreación, aulas de clase, aula múltiple, salón de arte, restaurante escolar, oficinas administrativas, sala de profesores, biblioteca y baños.



Figura 4. Laboratorios, aulas y espacios de la institución.

2. Marco de Fundamentación

2.1 Referente Didáctico

Pese a que el tema principal de esta investigación es el enfoque CTSA, hay que tener en cuenta que, al trabajarlo en el aula, debe ir de la mano con estrategias de enseñanza que sean flexibles, para alcanzar los conceptos disciplinares de los fenómenos del sonido a trabajar, por lo que tienen que propiciar espacios para generar discusión sobre la relación e impacto social que generará su comprensión y uso de dichos fenómenos. A raíz de lo anterior, el presente referente didáctico se divide en cuatro partes; la primera muestra los fundamentos y aportes de la enseñanza con el enfoque CTSA; la segunda demuestra por qué los foros, los juegos de roles y los debates pueden ser entornos propicios para generar discusiones sobre aspectos de CTSA; la tercera expone una estrategia didáctica por medio de un aprendizaje activo para la enseñanza de los fenómenos sonoros y finalmente, la cuarta parte muestra las ventajas de darle un manejo a los contenidos disciplinares y actividades mediante una secuencia didáctica.

2.1.1 El enfoque CTSA

Actualmente se observa con mayor fuerza un cambio de paradigma curricular en la educación que cada vez cobra más fuerza alrededor del mundo, parte de este fenómeno tiene que ver con el enfoque CTSA, el cual ha tomado fuerza desde hace tres décadas a partir de dos corrientes principales, la europea y la estadounidense; en cuanto a la primera se centra en el estudio de los antecedentes o condicionantes sociales de la ciencia, perspectiva que surge en el marco de las ciencias sociales, al contrario de la segunda corriente que se centra más bien en las consecuencias sociales (y ambientales) de los productos tecnológicos. En la actualidad ambas convergen mostrándose como alternativas complementarias en el proceso educativo, tratando de favorecer la conexión entre la ciencia y la realidad en el que vive el individuo en la sociedad. Por consiguiente, para la generación de actitudes y valores de racionalidad, tolerancia y solidaridad, es imprescindible un aprendizaje de inmediata aplicación en la vida del alumno, no sólo para el civismo democrático, sino también para la vida (González et al., 1996).

En Latinoamérica el estudio del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad es abordado a partir de las teorías desarrolladas por Vaccarezza (1998). Este autor plantea que:

“la evolución de CTS en América Latina ha pasado de un status de movimiento al de campo. Como campo tiene una constitución multidisciplinar en el abordaje de

determinados objetos o problemas sociales; de ahí que, por su carácter interdisciplinar y multidisciplinar, comparta o pueda alinearse con planteamientos similares a enfoques tales como los de EEUU. El problema radica al momento de hablar de educación ya que se puede observar que el enfoque CTSA se estudia de manera desigual en países latinoamericanos”.

Según Bazzo W., (1998); Sutz, J., (1998), en algunos contextos, los estudios del enfoque CTSA han tenido un énfasis hacia aspectos de política científica, o bien sobre indicadores en la gestión de la innovación y cambio técnico, o sobre la fundación de disciplinas y comunidades científicas, o sobre la relación universidad-empresa, o la prospectiva tecnológica o sobre impacto social del conocimiento. No obstante, se observa un cierto olvido en el abordaje de temas relacionados con el medio ambiente, la divulgación y apropiación social del conocimiento y, en general, de la variable social como categoría del conocimiento.

Pese al estado del enfoque CTSA en Latinoamérica se plantea la siguiente pregunta ¿Qué propuesta de trabajo sería acertada para desarrollar un enfoque CTSA en la educación? Inicialmente hay que hablar de una alfabetización tecno-científica, y según Martin (2005) una verdadera cultura tecno-científica implica el desarrollo de competencias para la participación de todos los ciudadanos en las decisiones relacionadas con el desarrollo tecno-científico. No todos los ciudadanos participarán directamente en los procesos que permiten el desarrollo de la ciencia y la tecnología, pero la reivindicación de una verdadera cultura tecno-científica para la ciudadanía no puede limitarse a conseguir que los ciudadanos sólo sean buenos espectadores o buenos usuarios de los conocimientos y productos de la ciencia y la tecnología; su participación activa es necesaria también en las decisiones sobre lo que se espera, se desea y se necesita de la ciencia y la tecnología (Martin, 2005).

Ante lo planteado anteriormente una forma de abordar los contenidos disciplinares con un enfoque CTSA es generando espacios de controversia (Schlierf, 2010). Las situaciones de controversia científico-técnica ofrecen condiciones privilegiadas para descubrir la fabricación de los conocimientos científicos y las realidades tecnológicas que luego, una vez establecidos, son considerados 'verdades' o 'hechos' científicos, o el resultado lógico del desarrollo tecnológico. Es así que se constituyen, un elemento básico en el campo CTS para desmontar lo que se pueden considerar posiciones positivistas y deterministas acerca del desarrollo científico y tecnológico.

2.1.2 Técnicas de Discusión

La educación CTSA, aunque debe ser integrada a las ciencias naturales, no puede reducirse a la simple enseñanza de nuevos planteamientos conceptuales sobre las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. El fin de la educación CTSA es la formación de seres humanos conscientes del papel social del desarrollo científico y tecnológico y con capacidad para asumir una participación activa en su control democrático. Por ello es importante tratar enfocar las estrategias didácticas en la selección de información sobre temas científico-tecnológicos socialmente controvertidos, así como los aspectos del aprendizaje y de la participación social para lograr una educación contextualizada. Por ello, el tratamiento educativo de casos CTSA es más importante que una educación meramente conceptual (Martín, Osorio y López, 2000).

En cuanto a la metodología de trabajo por medio de controversias, que conllevan a una educación contextualizada, se pueden adoptar por distintas metodologías o técnicas de discusión entre las cuales están:

El debate y los foros: son una técnica de investigación grupal de carácter cualitativo que tiene como objetivo entender problemas sociales concretos, estudiará a más de una persona y como herramienta básica diremos que se basa esencialmente en el diálogo y conversación entre las personas (Peinado, Martín, Corredera, Moñino, Prieto, 2010).

Con lo anterior se busca que los componentes del grupo a estudiar intercambien opiniones con el fin de conocer su punto de vista sobre un tema concreto para posteriormente sacar las conclusiones de la investigación; técnicas: el debate y el foro; en el caso de la primera, existe un moderador frente a dos grupos que estén a favor o en contra de un tema determinado; en cuanto a la segunda, se habla de la representación de un segmento de la sociedad en donde también se discuten posturas, posibles soluciones o decisiones frente a un tema en concreto, además se debe contar con un moderador. (Bretones, 1996).

Juego de roles: una manera de contextualizar el trabajo disciplinar y motivar al alumnado para que se implique activamente en la construcción de argumentos, en defender y justificar sus posiciones y en criticar las de los otros es mediante el uso de juegos de roles (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Los juegos de roles plantean una polémica de carácter tecno-científico, entre varios actores sociales con diversos perfiles e intereses, pero para su desarrollo según (Martín, et. al. 2000) se pueden seguir los siguientes pasos:

1º.- Seleccionar el problema: se trata de definir una situación controvertida de naturaleza CTS, es decir, en donde se plantan problemas con relación al

desarrollo científico-tecnológico que pueden implicar consecuencias sociales y ambientales, y por consiguiente pueden generar una controversia pública. En la medida de lo posible se intenta que el asunto tenga cierta cercanía con el contexto educativo de los estudiantes.

2°.- Definir la red de actores: Una vez planteado el tema, hay que diseñar las posturas que defenderán los diferentes grupos con valoraciones e intereses enfrentados sobre la propuesta. Aunque cada caso configura su propia red de actores de forma paralela a los existentes en situaciones reales análogas.

3°.- Elaborar la documentación de la controversia: Aquí se trata de aportar los materiales básicos que fijen los contenidos sobre los que se debatirá y a partir de los cuales cada equipo/actor buscará otras informaciones y argumentos complementarios en favor de sus tesis. La noticia inicial, una ficha guía sobre la postura de cada actor, informes complementarios simulados e informaciones reales sobre el tema de la controversia son algunos de los materiales que se preparan para ser utilizados por los estudiantes.

4°.- Desarrollo: Los estudiantes, por grupos, deberán involucrarse en calidad de esos actores sociales y, desde tales puntos de vista y al documentarse sobre la polémica, deberán presentar un informe justificado de su postura y, también, participar en un debate con los demás actores que permita encontrar una solución, lo más consensuada posible y que cierre la polémica (Acevedo, 1996). con lo anterior este tipo de actividad permitirá:

- 1) llevar el diálogo y la oralidad al trabajo entre el alumnado.
- 2) identificar problemas, buscar información y plantear soluciones.
- 3) desarrollar la capacidad de argumentar, relacionando explicaciones y pruebas.
- 4) facilitar la manifestación de posturas diversas y la identificación de los criterios en los que se sustentan.
- 5) también permiten experimentar cambios de opinión y tomar decisiones de forma responsable y fundamentada (Simonneaux, 2000).
- 6) este tipo de actividad facilita que se pongan de manifiesto valores y actitudes relacionados con el problema planteado. (España, Prieto y González, 2004).

2.1.3 El Aprendizaje Activo

En la actualidad, la comunidad educativa ha prestado mucha atención en el aprendizaje activo de los estudiantes como resultado de estudios que apuntan a que la enseñanza pasiva no es la forma más adecuada para el aprendizaje (Bonwell& Eison,1991; Michel, et al., 2009, citados por Hackathorna, Solomonb, Blankmeyerb, Tennialb, and Garczynskib, (2011). Es común ver en la enseñanza pasiva docentes que se ponen a hablar conceptos planos sin dedicarse a pensar por un minuto si sus estudiantes están asimilando de alguna forma la información, pues posiblemente deben suponer que el hecho de que estén tomando apuntes es suficiente para confirmar esa asimilación.

Según Marín (2017), para que el aprendizaje sea más efectivo, el docente debe involucrar al estudiante en el desarrollo de la case para que piense lo que está haciendo. Es por eso que Eison (2010) plantea que usar métodos de aprendizaje activo garantiza el pensamiento crítico y creativo del estudiante; la comunicación con un compañero, un grupo pequeño, o con toda la clase; la expresión de ideas a través de la escritura; actitudes y valores personales; y por supuesto, la reflexión sobre el proceso de aprendizaje.

Hay que tener en cuenta que el aprendizaje activo tiene en cuenta un aprendizaje colaborativo para una construcción social del conocimiento, donde el estudiante discute con alguno de sus compañeros, pero además se puede generar un aprendizaje cooperativo donde se pueden trabajar actividades grupales. Esto garantiza, según Faust y Paulson (1997), el desarrollo de tareas complejas, tales como ejercicios de varios pasos, proyectos de investigación o presentaciones, donde cada individuo, independientemente, aporta en su solución.

Monroy (2016), plantea cinco pasos para abordar dichas acciones en actividades demostrativas, las cuales resultan pertinentes para explicar conceptos básicos concepto de sonido teniendo en cuenta el protagonismo del estudiante:

a) Introducción y contextualización: pretende ubicar y situar a los estudiantes en un contexto determinado. El docente describe el experimento y lo explica sin proyectar el resultado.

b) Formulación de predicciones: los estudiantes deben registrar su predicción individual, es decir, lo que considera que va a suceder al ejecutar la situación problema. Luego los estudiantes discuten sus predicciones en un grupo de 3 compañeros, se designa a un relator quien registrará y expresará la predicción final del grupo. Por último, el docente recoge verbalmente, por escrito o mediante un dibujo las predicciones de cada grupo.

c) Actividad y observación: los profesores realizan la práctica mostrando claramente los resultados.

d) Discusión: se pide a algunos estudiantes que describan los resultados y se discutan en el contexto de la demostración para luego ser registrados como resultados.

e) Síntesis: los estudiantes o el docente realizan una síntesis de los conceptos involucrados en los resultados anteriormente analizados, para esto se discuten situaciones análogas con características que respondan al mismo concepto.

2.1.4 La Secuencia Didáctica

Según Obaya y Ponce (2007), la secuencia didáctica orienta y facilita el desarrollo práctico, así mismo se imagina como una propuesta flexible que se debe adaptar a la realidad concreta a la que intenta servir, de manera que sea susceptible un cierto grado de estructuración del proceso de enseñanza aprendizaje todo con el fin de evitar la improvisación y la dispersión, teniendo en cuenta que los principales participantes son los estudiantes, los profesores, los contenidos de la asignatura y el contexto.

Es además una buena herramienta que aprueba analizar e investigar la practica educativa. Permite organizar los contenidos escolares y las actividades relativas al proceso completo de enseñanza aprendizaje, ya que integra contenidos mediante un quehacer interdisciplinario, a través de trabajo en equipo por parte de los estudiantes y emplea la investigación como principio didáctico con un enfoque CTSA.

Un aspecto fundamental a tener en cuenta es que la secuencia didáctica debe inculcar valores, actitudes y habilidades cognitivas para fomentar la representación de la propia experiencia y el conocimiento tanto en la escuela como en las demás vivencias del estudiante, contextualizándolo con su entorno y las problemáticas que lo rodean (Olaya y Ponce, 2007).

Según Zabala (1995), propone que toda secuencia didáctica tiene básicamente tres fases, que son:

Fase de apertura: Son actividades que permiten identificar y recuperar experiencias, saberes, preconcepciones y los conocimientos previos de los alumnos.

Hay que tener en cuenta que para esta fase se puede identificar los saberes previos y posturas o trabajar el contenido disciplinar desde un enfoque

contextualizado en donde se parte de una problemática o fenómeno observable en el diario vivir de los estudiantes.

Fase de desarrollo: Son una secuencia de actividades que introducen a los estudiantes los nuevos conocimientos científico-técnicos para anclarlos o relacionarlos con los resultados obtenidos en la actividad realizada en la apertura.

En esta fase se debe tener en cuenta las concepciones y el contexto de los estudiantes ya que al momento de planear es donde vamos a relacionar estos aspectos con los contenidos disciplinares y a partir de ello se generan las actividades para la enseñanza que a su vez estas permitirán al estudiante desarrollar habilidades mentales, destrezas y actitudes.

Fase de cierre: son una serie de actividades que permiten al estudiante reunir lo que realizó en las actividades de apertura y de desarrollo. Las actividades de esta fase servirán no sólo para aplicar los conceptos o conocimientos adquiridos, sino que además permitirá reforzar o aclarar algunas dudas pasadas por alto en las anteriores fases.

3. Marco epistemológico

Con el fin de entender la evolución histórica que intervino en el cambio y evolución de la sociedad por el estudio de los fenómenos sonoros, se dividirá el presente apartado en dos secciones que son desde la antigüedad hasta la revolución científica y desde el ilustracionismo hasta la actualidad. Por otra parte, y en vista que esta investigación debe responder al desarrollo de los conceptos básicos que hacen posible comprender los conceptos relacionados a algunos fenómenos sonoros, se reconocerá en el apartado epistemológico cómo se inició la comprensión los fenómenos acústicos y cómo esta rama de la física nace a partir del estudio de las ondas mecánicas.

3.1 Contexto Histórico de los Fenómenos Sonoros

De la antigüedad hasta la revolución científica:

La ciencia de la acústica desde la rama del sonido tiene su origen en la Antigua Grecia y Roma, entre los siglos VI a. C. y d. C. comenzó con la danza, la emisión de ruidos como mecanismos de avisos en la guerra y para proclamaciones en las ágoras, además se centró especialmente en la música que se venía practicando como arte desde hacía miles de años, pero no había sido estudiada de forma científica hasta que Pitágoras se interesó por la naturaleza de los intervalos musicales y su composición. Quería saber por qué algunos intervalos sonaban más bellos que otros, y llegó a respuestas en forma de proporciones numéricas. (Rayleigh, 1894). Aristóteles (384 a 322 a. C.) por medio de observaciones de la naturaleza comprobó que el sonido consistía en contracciones y expansiones del aire "cayendo sobre él mismo y golpeando el aire próximo", siendo una buena forma de expresar la naturaleza del movimiento de las ondas. Alrededor del año 20 a. C., el arquitecto e ingeniero romano Vitruvio escribió un tratado sobre las propiedades sonoras de los teatros, incluyendo temas como la interferencia, los ecos, y la reverberación; esto supuso el comienzo de la acústica arquitectónica (Rayleigh, 1894).

Pero la comprensión de la física de los procesos sonoros tomó otro impulso y avanzó rápidamente durante y después de la Revolución Científica. Galileo (1564-1642) y Mersenne (1588-1648) descubrieron de forma independiente todas las variables que describe el movimiento de una cuerda vibrante, terminando así el trabajo que Pitágoras había comenzado 2000 años antes. Galileo escribió "Las ondas son producidas por las vibraciones de un cuerpo sonoro, que se difunden por el aire, llevando al tímpano del oído un estímulo que la mente interpreta como sonido", desarrollándose así el comienzo de la acústica fisiológica y de la psicológica" (Sancho, 2005). Entre 1630 y 1680 se realizaron mediciones experimentales de la velocidad del sonido en el aire por una serie de

investigadores, destacando de entre ellos Mersenne. Mientras tanto, Newton (1642-1727) obtuvo la fórmula para la velocidad de onda en sólidos, uno de los pilares de la física acústica, además realizó experimentos en cuanto al sonido como onda y cómo ésta se veía afectada por los cambios de temperatura en el aire (Rayleigh,1894).

Del ilustracionismo hasta la actualidad:

El siglo XVIII vio grandes avances en acústica a manos de los grandes matemáticos de esa época como: Thomas Bayes, John Colson, James Dodson, Charles Huttonm, John Machin, que aplicaron nuevas técnicas de cálculo a la elaboración de la teoría de la propagación de las ondas. En el siglo XIX, los gigantes de la acústica eran Helmholtz en Alemania, que consolidó la acústica fisiológica, y Lord Rayleigh en Inglaterra, que combinó los conocimientos previos con abundantes aportaciones propias en su monumental obra "La teoría del sonido". También durante ese siglo, Wheatstone, Ohm y Henry desarrollaron la analogía entre electricidad y sonido (Rayleigh 1894).

3.2 Aspectos Epistemológicos de los Fenómenos Sonoros

Para comprender los fenómenos sonoros no sólo debemos conocer la historia que hay tras su estudio, sino que además debemos identificar y resaltar las ideas que aportaron los científicos frente al tema, así como las dificultades que se les pudo haber presentado, siendo todo esto aporte para el desarrollo del estudio de los fenómenos sonoros.

3.2.1 Fenómenos sonoros

La primera experiencia en el estudio del sonido nació con Pitágoras 578 a.C. quien estudió la naturaleza de los intervalos musicales y descubrió que los intervalos armónicos respondían a las más simples relaciones numéricas, por ejemplo, al tocar un instrumento de cuerdas la mitad de la cuerda resulta una octava y las dos terceras partes son una quinta parte del tono musical de una cuerda entera, es así como se encontró una relación entre el tono de una cuerda al vibrar y su longitud. Esta experiencia fue corroborada y complementada por Aristóteles 384 a 322 a.C. mediante el uso del eco pudo determinar que los distintos tonos de un sonido tienen velocidades diferentes (percepción errónea corregida en el futuro); pero no fue hasta que Marin Mersenne (1588- 1648) pudiera realizar las primeras medidas de frecuencias audibles para poder determinar la velocidad del sonido en el aire y evidenciar que la velocidad del sonido parecía siempre ser la misma, todo esto por medio de relaciones matemáticas usando dos cuerdas de un aparato musical (Sancho, 2005).

Tras un salto en el tiempo nos encontramos con Torricelli (1608-1647) quien inspirado por Galileo Galilei puso en duda una creencia que había en esa época, la cual consistía en que el sonido se transportaba por unas partículas invisibles que se originaban en la fuente del sonido y se movían por el aire, pero el científico italiano Torricelli tuvo el problema de que no tenía un experimento para corroborar este fenómeno, sin embargo, en 1650 el físico alemán Otto Von Guericke (1602-1686) inventó la bomba para crear vacío parcial y pudo realizar los primeros estudios que revelaron que la luz viajaba en el vacío, pero el sonido no. Ya en 1660 el científico anglo-irlandés Robert Boyle (1627-1691) junto a Hooke (1635-1703) mejoraron la tecnología de vacío y pudo observar cómo la intensidad del sonido originado por un timbre (tipo reloj) colocado en una campana neumática disminuía a medida que el aire era extraído. Boyle concluyó que un medio como el aire era necesario para la propagación de las ondas sonoras. No obstante, quedó establecido que el sonido se propaga más como una onda que como un flujo de partículas (Gamow, 1960).

A mediados de 1687 el físico inglés Isaac Newton (1643-1727) expuso cómo la propagación del sonido a través de cualquier fluido dependía únicamente de las propiedades físicas del propio fluido, tales como la elasticidad y la densidad del mismo y finalmente definió el sonido como una serie de pulsos de presión que viajaban a través de medios fluidos, como el aire. Así mismo, más allá de completar el estudio de Boyle, Newton entregó a los científicos una herramienta científica-matemática con la cual calcular y estudiar el sonido. De este modo Newton hizo la primera aproximación teórica a la velocidad del sonido, el cuál difirió de la real en un 16%. Pero este sólo fue el principio, ya que en 1864 Henri Victor Regnault (1810-1878) inventó un aparato para poder medir la velocidad del sonido que consistía en dos interruptores en paralelo. El primero de los interruptores estaba conectado al rifle, y el segundo estaba conectado a un diafragma sensible al sonido, de este modo, al comenzar el experimento la pluma pintaba sobre el cilindro, al disparar el rifle la pluma se alejaba del cilindro, acercándose de nuevo una vez que el sonido llegase al sensor situado a varios cientos de metros de distancia (Gamow, 1960).

Como Regnault conocía la velocidad a la que el cilindro giraba, así como el perímetro del cilindro, tan sólo tuvo que medir el trecho que había dejado la pluma sin pintar, consiguiendo aproximar la velocidad del sonido a 1200 km/h. Con esto, Regnault consiguió la primera buena aproximación a la velocidad del sonido, alejándose tan sólo en un 3% de la velocidad que se conoce hoy en día. Finalmente, Lord Rayleigh (1842-1919) mediante su estudio de la teoría de la dispersión mediante modelos matemáticos se acepta como el inicio del estudio moderno de la acústica (Sancho, 2005).

4. Marco Conceptual

A pesar de que el trabajo es principalmente pedagógico por la enseñanza del enfoque CTSA hay que tener en cuenta el contenido disciplinar que lo articula pues este es el que se enseña normalmente en el área de física, de acuerdo con Osorio (2002), Esta modalidad de trabajo es especialmente útil para abordar una temática de un curso de ciencias o de tecnología, además es la estrategia más viable para ser aplicada en los currículos de la educación secundaria de los países latinoamericanos, si tenemos en cuenta la dificultad de modificarlos por su actual atomización.

Los conceptos que se presentan a continuación son aquellos que se usaran en el desarrollo de la secuencia didáctica

4.1 Movimiento ondulatorio

La mayoría de nosotros, hemos tenido alguna experiencia con las ondas, por ejemplo, cuando tiramos una piedra a un charco, la perturbación creada por la piedra da lugar a ondas en el agua, las cuales se mueven hacia afuera del punto donde pegó la piedra (Academia de Física, Universidad de Colima, 2017).

- **Onda:** una onda es cualquier perturbación que se propaga de un lugar a otro en el tiempo. Algunas, como el sonido, utilizan un medio para propagarse. Otras, como la luz, no requieren de un medio material para propagarse (Academia de Física, Universidad de Colima, 2017).

Elementos de una onda:

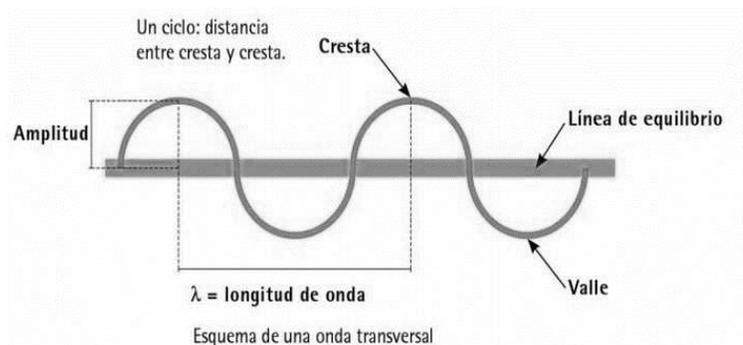


Figura 5: elementos de una onda.

Tomado de: ¿Cuáles son los elementos de una onda? Disponible en:

<http://respuestas.tips/como-se-llaman-las-partes-de-la-onda/>

Cresta: es el punto más alto de una onda, y representa el pulso o la parte positiva de ésta.

Período (T): es el tiempo que tarda la onda en ir de un punto de máxima amplitud al siguiente.

Amplitud (A): es el desplazamiento máximo de la onda con respecto a la posición de equilibrio.

Frecuencia (f): es la cantidad de ondas que se propagan en cada unidad de tiempo.

Valle: es el punto más bajo de una onda, y representa el pulso o parte negativa de ésta.

Longitud de onda (λ): es la distancia entre dos crestas consecutivas o entre dos valles consecutivos.

Nodo: es el punto donde la onda cruza la línea de equilibrio. Se encuentra en el valor cero de la onda.

Elongación (x): es la distancia que hay, en forma perpendicular, entre un punto de la onda y la línea de equilibrio.

Ciclo: es una oscilación o viaje completo de ida y vuelta.

Velocidad de propagación (v): es la relación que existe entre un espacio recorrido que es igual a una longitud de onda y el tiempo empleado en recorrerlo (French, 1971).

- **Ondas según su medio de propagación:**

Ondas mecánicas: son, por ejemplo, las ondas en una cuerda de guitarra, ondas sonoras, ondas en el agua, etc. El concepto de onda es un poco abstracto, pero cuando hablamos de ondas mecánicas, lo que interpretamos por onda es una perturbación que se propaga a través de un medio (Academia de física, universidad de colima, 2017).

Ondas electromagnéticas: Son por ejemplo la luz visible, ondas de radio, rayos X, etc. Este tipo especial de ondas no necesitan de un medio para propagarse. (Academia de Física, Universidad de Colima, 2017).

4.2 El sonido

El sonido es una onda mecánica longitudinal que no puede propagarse en el vacío, se produce debido a una serie de compresiones y expansiones alternas del medio de propagación. Las ondas sonoras se producen al vibrar la materia, por ejemplo, al golpear una campana, al pulsar una cuerda de guitarra o al hacer vibrar las cuerdas vocales (Estelles, 2007).

4.2.1 Naturaleza del sonido

Podemos escuchar sonidos producidos en otra habitación. Este hecho sugiere que el sonido experimenta efectos de difracción, ya que es una onda. Las ondas de sonido se propagan a través del aire, lo cual implica transmisión de energía asociada a las vibraciones sin que las partículas de aire viajen con la onda; es importante saber que el sonido no solo se propaga en el aire también en otros materiales (Álzate, 2006).

Cuando te sumerges en una piscina escuchas algunos sonidos, estos te llegan a través del agua. Las ondas sonoras para propagarse requieren de un medio material, en consecuencia, el sonido es una onda mecánica pues no se puede propagar en ausencia de la materia.

Se dice que las ondas sonoras son ondas de presión, lo cual significa que cuando en cierto lugar se produce un sonido, hay un aumento y una posterior disminución de presión que se propaga a las demás regiones del medio (Álzate, 2006).

El sonido como onda longitudinal y tridimensional: el sonido es una onda longitudinal que puede propagarse a través de medios sólidos, líquidos y gaseosos mediante los cuales se propaga la vibración de un cuerpo, dando lugar a un movimiento longitudinal de las partículas del material, para luego al recibir cierta presión, se alejan de su punto de equilibrio provocando una rarefacción en ese sitio y una compresión hacia las partículas más cercanas; esta onda se extiende en 3 dimensiones (tridimensional) generando una esfera concéntrica desde la fuente sonora (Cromer, 1996).

Según Álzate (2006) existen tres categorías de ondas mecánicas longitudinales que cubren distintos rangos de frecuencias:

1. **Ondas audibles:** son ondas sonoras que se encuentran dentro del rango de la sensibilidad auditiva del ser humano, estas por lo general están entre 20 Hz y 20.000 Hz, y se pueden generar en diferentes formas.
2. **Ondas infrasonicas:** son ondas longitudinales con frecuencias por debajo del rango audible, un ejemplo puede ser las ondas de un terremoto.
3. **Ondas ultrasónicas:** son ondas longitudinales con frecuencias por arriba del rango audible, un ejemplo donde encontramos ondas ultrasónicas es en los submarinos.

4.2.2 Características del sonido

Son aquellas características que permiten diferenciar unos sonidos de otros. En la audición se distinguen tres características del sonido:

- **Tono o altura:** son aquellas características del sonido por la cual una persona distingue sonidos graves y agudos, el tono está relacionado con la frecuencia; cuanto mayor es la frecuencia, más agudo el sonido (Cromer, 1996).
- **Intensidad:** es la fuerza con que vibran las moléculas y está relacionada con la energía que transporta la onda sonora; la intensidad es característica

del sonido por la cual el oído distingue sonidos fuertes y sonidos débiles, o que tan cerca o lejos está la fuente sonora; La intensidad de una onda es la energía que atraviesa un área unidad en un tiempo. Se determina experimentalmente midiendo la energía E que incide sobre el área A de un detector (por ejemplo, un micrófono) en un tiempo t , tal como se expresa en la ecuación 1 (Cromer, 1996)

$$I = \frac{E}{At} \text{ (ec.1)}$$

En el sistema internacional. La unidad de intensidad es Joules por metro cuadrado por segundo ($J/m.s^2$), o watts por metro cuadrado (W/m^2) (Cromer, 1996).

Escala decibélica: Anqué la sonoridad con que se percibe un sonido aumenta con su intensidad, la relación entre sonoridad e intensidad está lejos de ser lineal.

Debido al extenso intervalo de intensidad sonora en el que es sensible el oído humano, la intensidad se mide habitualmente en una escala logarítmica de nivel de intensidad denominada escala decibélica (dB). En esta escala el nivel de intensidad B de un sonido de intensidad I es

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ (ec.2)}$$

Donde $I=10-12 W/m^2$ es la intensidad del sonido a la que nos referimos, Los sonidos con intensidades muy altas ($120 dB$ y $125 dB$) producen dolor y daños en el oído, al igual que algunos niveles bajos ($95 dB$ y $90 dB$) que dañan el oído si es expuesto por mucho tiempo (Cromer, 1996).

- **Timbre:** si dos objetos diferentes emiten simultáneamente sonidos del mismo tono e intensidad podemos diferenciar el sonido producido por cada uno debido a que tiene un espectro de frecuencia que lo hacen únicos, el cual depende del tipo de material que vibra y su forma. Esta cualidad es el timbre (Estelles, 2007)

4.2.3 Velocidad del sonido

Cuando se produce un relámpago durante una tormenta, primero vemos el rayo y posteriormente oímos el sonido que se produce, al cual llamamos trueno. El sonido en el aire tiene una velocidad de propagación mucho menor a la de la velocidad de la luz (Estelles, 2007).

Lo mismo ocurre cuando observamos de lejos que una persona golpea un objeto y escuchamos el sonido que producen, podemos comprobar que el sonido emitido

gasta menos tiempo para llegar hasta nosotros. La velocidad con la que viaja el sonido depende de la elasticidad del medio y de su densidad tal como sucede con las ondas. La velocidad del sonido en un gas depende de la presión (p), elasticidad y de la densidad (ρ) y se representa con la siguiente ecuación:

$$V = \sqrt{\frac{\gamma p}{\delta}} \text{ (ec. 3)}$$

donde γ es una constante adimensional que para los gases diatómicos como el aire vale 1,4

$$\text{Para un gas } \frac{p}{\delta} = \frac{RT}{M} \text{ (ec. 4)}$$

Siendo R la constante de los gases $R=8,317 \text{ J}/(^{\circ}\text{K.mol})$. T la temperatura y M la masa del gas; si se despeja de la ecuación 2, la presión (p), y se reemplaza en la ecuación 1 se obtiene:

$$V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \text{ (ec. 5)}$$

De lo anterior se concluye que la velocidad de propagación es proporcional a la raíz de la temperatura absoluta. Puesto que γ , R y M son constantes, ósea la temperatura influye sobre la elasticidad y sobre la densidad del medio y desde luego, sobre la velocidad de la propagación del sonido (Estelles, 2007).

4.2.4 Fenómenos ondulatorios del sonido

El sonido por ser una onda mecánica presenta una serie de fenómenos ondulatorios:

- **Reflexión:** esta consiste en el cambio de dirección que experimenta una onda sonora cuando choca contra un obstáculo. La onda que se dirige hacia el obstáculo se denomina onda incidente, mientras que la onda que se aleja del obstáculo después de haber chocado con este se conoce como onda reflejada (Cidead, 2009).
- **Refracción:** esta consiste en el cambio de dirección que experimenta una onda sonora cuando pasa de un medio a otro, en este se distinguen dos elementos: la onda incidente identificada por los frentes de onda que se propagan en el primer medio y llegan a la superficie de separación de los medios y la onda refractada la que se identifica por los frentes de onda que se propagan en el segundo medio y se alejan de la superficie de separación de los medios (Cidead, 2009).

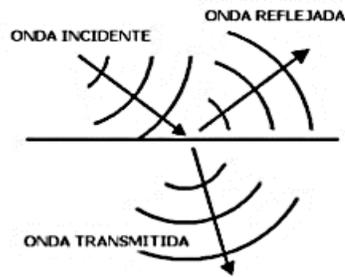


Figura 6: reflexión y refracción de ondas

Tomado de: reflexión y refracción. Disponible en:

<https://fisica11c.wordpress.com/aplicaciones-de-la-refraccion-de-la-luz/>

- **Difracción:** Se denomina difracción de una onda a la propiedad que tienen las ondas de rodear los obstáculos u objetos en determinadas condiciones. Cuando una onda llega a un obstáculo de dimensiones similares a su longitud de onda, ésta se convierte en un nuevo foco generador de la onda (Cidead, 2009).

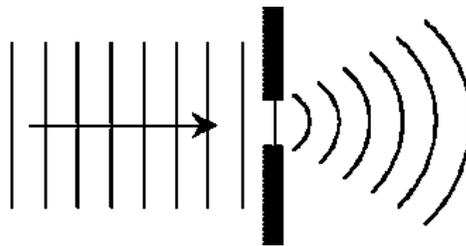


Figura 7: Difracción de una onda

Tomado de: Cidead. Difracción de onda. Disponible en:

<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/impresos/quincena11.pdf>

- **Interferencias de ondas:** Se denomina interferencia a la superposición o suma de dos o más ondas sonoras. Dependiendo fundamentalmente de las longitudes de onda, amplitudes y de la distancia relativa entre las mismas se distinguen dos tipos de interferencias:
 - Constructiva:** se produce cuando las ondas chocan o se superponen en fases, obteniendo una onda resultante de mayor amplitud que las ondas iniciales.
 - Destrucción:** es la superposición de ondas en antifase, obteniendo una onda sonora resultante de menor amplitud que las ondas iniciales (cidead, 2009).
 En una interferencia destructiva o negativa, para que los movimientos al superponerse anulen la vibración, sus estados vibratorios deben estar en

oposición de fase, lo cual solo ocurrirá si las ondas llegan habiendo recorrido diferentes distancias, d_1 y d_2 , por tanto:

$$d_1 - d_2 = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (\text{ec. 6})$$

donde $2n + 1$ es siempre un número impar. En una interferencia constructiva o positiva, como las ondas llegan en fase al mismo punto, la diferencia de distancias d_1 a d_2 difieren en un entero de longitudes de onda (0, 1, 2l, 3l, ...), es decir: $d_1 - d_2 = n \cdot \lambda$ siendo n un número natural (Aristizábal y Restrepo, 2011).

4.2.5 Sistemas resonantes

Resonancia sonora: la resonancia se produce en ciertas amplitudes sonoras cuando coinciden ondas similares en frecuencias. En la música son los sonidos que acompañan a uno elemental y comunican el timbre particular de la voz o un instrumento. La resonancia permite que las voces de cada individuo sean diferentes, porque nuestra formación fisiológica distinta hace que activemos otras frecuencias cuando hablamos. También se le conoce como armónicos (CDS,2015).

Dentro de los sistemas sonoros resonantes están:

- a) **Cuerdas:** Las cuerdas sonoras son medios elásticos que al ser excitados correctamente producirán un sonido; Cuando se hace que vibre la cuerda se producen ondas estacionarias debido a la interferencia que tiene lugar, entre ondas que avanzan en sentidos opuestos, con la característica de que cada uno de los extremos se encuentra un nodo; y en la parte central de la cuerda se forma un vientre (Burbano, Burbano y Gracia, 2003).

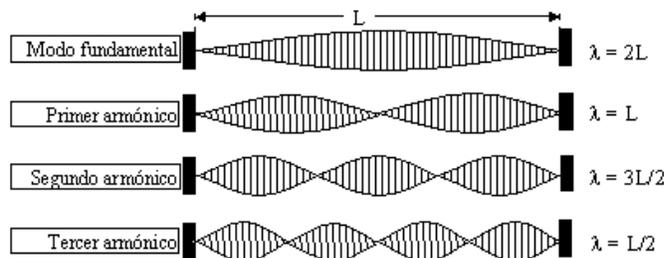


Figura 8. Armónicos en una cuerda sonora.

Tomado de: Fundamentos del instrumento. **Disponible en:** <https://miquelmoreteorganologia.wordpress.com/vibraciones-de-las-cuerdas-sonoras/>

La ecuación de la frecuencia del sonido producido por una cuerda es:

$$f = \frac{n \cdot v}{2L} \quad (ec. 7)$$

Entonces, para calcular la frecuencia f , con que vibra una cuerda, tenemos que:

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (ec. 8)$$

Donde f = Frecuencia, n = número de armónico, T = la tensión de la cuerda, μ = densidad lineal, v = constante del sonido (340 m/s), y L la longitud de la onda (Burbano, Burbano y Gracia, 2003).

b) Tubos sonoros

Son cavidades que contienen aire y producen sonidos que hacen vibrar las moléculas encerradas. Los tubos sonoros son tubos cilíndricos, de paredes metálicas, de plástico o de madera, que son capaces de producir sonidos al entrar en vibración la columna de aire que contienen. Esta vibración tiene su origen en la corriente de aire que se sopla por uno de sus extremos, que proviene de los pulmones del músico o, como en el caso del órgano, de un fuelle; Existen dos tipos de tubos los abiertos y los cerrados (Burbano, Burbano y Gracia, 2003).

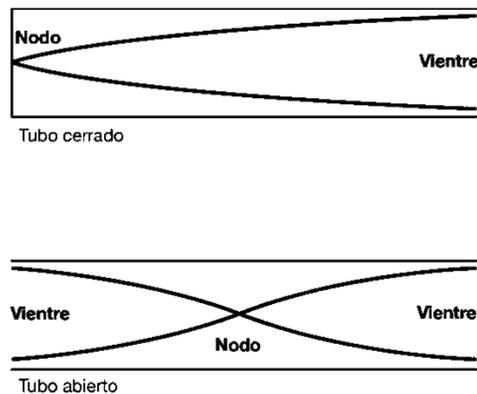


Figura 9. Tubo abierto y tubo cerrado.

Tomado de: Fundamentos del instrumento. **Disponible**

en: <https://miquelmoreteorganologia.wordpress.com/vibraciones-de-los-tubos-sonoros/>

Tubos abiertos:

Los tubos abiertos son aquellos cuyos extremos son abiertos. En el caso de los tubos abiertos la frecuencia fundamental se expresa en la ecuación 9 (Burbano, Burbano y Gracia, 2003):

$$f = \frac{n \cdot v}{2L} \quad (ec. 9)$$

La ecuación anterior es muy similar a la frecuencia de una cuerda a diferencia de que en este caso L es la longitud del tubo, lo cual trae a colación que se forman las mismas longitudes de ondas de acuerdo a cada armónico.

Tubos cerrados:

Los tubos cerrados son aquellos tubos sonoros con un extremo abierto y otro cerrado, para este caso la frecuencia fundamental se expresa en la ecuación 9 (Burbano, Burbano y Gracia, 2003):

$$f = \frac{n \cdot v}{4L} \quad (ec. 10)$$

La ecuación 10 deja en evidencia que se formaran una cuarta parte de longitudes de onda en cada armónico que se produzca en un tubo cerrado.

La voz: La voz humana es producida en la laringe, cuya parte esencial, la glotis, constituye el verdadero órgano de fonación humano. El aire procedente de los pulmones, es forzado durante la espiración a través de la glotis, haciendo vibrar los dos pares de cuerdas vocales, que se asemejan a dos lengüetas dobles membranáceas. Las cavidades de la cabeza, relacionadas con el sistema respiratorio y nasofaríngeo actúan como resonadores (Elejalde, 2003).

Aunque el tono y la intensidad del habla están determinados principalmente por la vibración de las cuerdas vocales, su espectro está fuertemente determinado por las resonancias del tracto vocal. Los picos que aparecen en el espectro sonoro de las vocales, independientemente del tono, se denominan formantes. Aparecen como envolventes que modifican las amplitudes de los armónicos de la fuente sonora (Elejalde, 2003).

Las vocales se producen como sonidos y cada una tiene su espectro propio: la A y la U tiene fundamental y tercer armónico fuertes, segundo y cuarto débiles; la E y la O, más o menos lo contrario, fundamental y tercer armónico débiles, segundo y cuarto fuertes; la I tiene los primeros armónicos débiles y el quinto y sexto fuerte. Las consonantes se clasifican más bien como ruidos y son de dos clases: silenciosas, en que no intervienen las cuerdas vocales, y habladas en que sí toman parte. La mayoría de las consonantes se originan algo bruscamente, por lo que contienen armónicos transitorios (Elejalde, 2003).

4.3 Oído y audición

Por lo que respecta a la anatomía fisiológica de la audición, conviene recordar que el oído se compone de tres partes. El oído externo, formado por el pabellón auricular y el conducto auditivo, que recoge y conduce las ondas sonoras hasta el tímpano. Por su parte, el oído medio contiene una cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo), que transmiten las vibraciones de la membrana del tímpano a la ventana oval. Ésta última es la encargada de transmitir la onda sonora al oído interno. El oído interno, o laberinto, aloja el órgano del equilibrio y el aparato auditivo formado por el caracol o cóclea, donde se hallan las células auditivas ciliadas del órgano de Corti, las cuales transforman la onda sonora en impulsos nerviosos, que finalmente son transmitidos al córtex auditivo por el nervio acústico (García, García y García 2005).

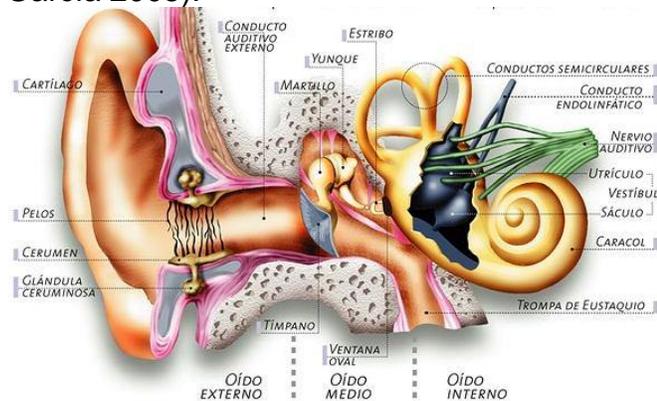


Figura 10: Anatomía del oído.

Tomado de: Proprofs. Estudio anatómico del oído, Quiz del oído. **Disponible en** <http://www.proprofs.com/quiz-school/story.php?title=test-del-odo>

4.3.1 Contaminación auditiva

Actualmente en las escuelas podemos escuchar a los estudiantes referirse a los términos ruido y sonido y resulta que se han estado utilizando indistintamente, pero la diferencia entre ellos no es de naturaleza física, sino más bien cultural y subjetiva, llamando ruido al sonido que no nos agrada o nos causa alguna molestia. La etimología de los términos recoge esta diferencia. Así, ruido es un sonido no periódico, inarticulado y confuso más o menos fuerte, mientras que sonido es la sensación producida en el órgano del oído por el movimiento periódico de vibraciones de los cuerpos (García, García y García 2005).

Fuentes de contaminación acústica: En los núcleos urbanos las fuentes de contaminación acústica son muy diversas, pero generalmente podemos englobarlas en 4 categorías que son:

- Tráfico rodado, circulación de vehículos - Aproximadamente el 80% del ruido producido en una ciudad.

- Obras, construcciones industriales - Aproximadamente el 10% del ruido total.
- Ferrocarriles - Aproximadamente el 6% del ruido producido.
- Bares, locales, musicales y otro tipo de actividades - Forman el 4% del ruido restante.

Destacan como más ruidosas las zonas próximas a vías de ferrocarril, autopistas o vías rápidas, aeropuertos, etc. Pero, por regla general, los problemas de salud generados por el ruido, más que por una causa puntual, se derivan de una multi exposición en distintos entornos, dependiendo siempre del tiempo de exposición y de la sensibilidad de cada individuo (línea verde, 2017).

Los efectos del ruido sobre la salud se pueden clasificar de la siguiente forma:

A. Daño auditivo: el ruido tiene distintos efectos sobre el órgano de la audición, que, según la intensidad y el tiempo de exposición, pueden ser: Fatiga auditiva: es el descenso progresivo de la capacidad auditiva. y se recupera la capacidad con el descanso sonoro, en 16 horas, dependiendo de la intensidad y duración de la exposición.

Hipoacusia permanente: requiere una exposición a ruido elevada, en intensidad sonora y tiempo, o una fatiga prolongada que no permite la recuperación. Es el caso de la sordera profesional. Comienza a establecerse en frecuencias de 4.000 y 6.000 Hz; estas frecuencias no son perceptibles, por lo que no interfieren la vida social del sujeto.

Trauma acústico agudo: es el resultado de una exposición puntual a un ruido de elevada intensidad (por ejemplo, una explosión). En estos casos el tímpano hace de válvula de seguridad, pues al romperse evita que las células auditivas reciban una señal tan intensa que las deje inhabilitadas parcial o totalmente. Si el trauma sólo afecta al tímpano el daño es reversible pues la membrana puede cicatrizar y volver a realizar sus funciones (López y Carles, 1997).

B. Daño psicosocial: Al hablar de los efectos del ruido no hemos de olvidar la interferencia y la molestia de la contaminación acústica en ciertas actividades específicas, como la conversación, el trabajo, el aprendizaje. además, hay que señalar que el nivel de la voz de las personas se sitúa en un intervalo relativamente amplio de intensidad, que suele estar comprendido entre los 40 y los 65 decibeles.

El ruido interfiere de una manera directa en la comunicación de las personas y es especialmente perjudicial en aquellas actividades donde el uso de la palabra es un componente esencial de la misma, como es el caso del proceso enseñanza aprendizaje. Por consiguiente, el ruido provoca el enmascaramiento de la voz de los profesores, interfiere en la comunicación docente y reduce la capacidad de atención y concentración de los alumnos García et al., (citando a López y Carles, 1997).

Actualmente se ha demostrado que el ruido en el trabajo aumenta el número de accidentes laborales.; por el contrario, en ambientes silenciosos, se percibe una tendencia a la disminución de estos siniestros, Además, las alteraciones psíquico-sociales producidas por el ruido son múltiples: fatiga, estrés, irritabilidad, astenia, problemas de relación social, susceptibilidad, agresividad y trastornos de la personalidad y del carácter García et al., (citando a Velasco, 2000).

C. Alteraciones en órganos distintos a la audición: la exposición al ruido tiene efectos negativos en órganos y sistemas diferentes a los de la audición, como infertilidad, bajo peso al nacer y prematuridad, taquicardia y crisis hipertensivas, aumento del cortisol (hormona de estrés) y taquipnea o aumento del ritmo respiratorio (Farreras y Rozman, 1995).

Por otra parte, junto a este grupo de reacciones, tenemos la exposición al ruido nocturno, la cual produce efectos indirectos relacionados con la disminución de la calidad y cantidad de sueño; estos efectos no se perciben hasta el día siguiente, o a más largo plazo, la sensación de fatiga, la disminución del rendimiento y el mal humor García et al., (citando a Wilkinson 1984).

5. Metodología

Esta investigación de carácter descriptivo, cuenta con variables tanto cualitativas como cuantitativas; además tiene un diseño cuasi experimental, que según Bernal (2010), se identifica por su moderado uso de variables en la cuales el investigador ejerce poco o ningún control sobre ellas, además los sujetos participantes de la investigación se pueden asignar aleatoriamente. Es así que el único grupo al que se le aplicó esta investigación fueron a 28 estudiantes (19 mujeres y 9 hombres) del grado once de la institución educativa Feliz María Ortiz de la población de Itaiibe Cauca, que tienen edades entre los 14 y 16 años. Los cuales participaron en las diferentes actividades que se planearon en una secuencia didáctica que responde a mejorar la enseñanza-aprendizaje de algunos fenómenos del sonido usando un enfoque CTSA.

Para la recolección de los datos fue necesario una triangulación de datos temporal, que según Pérez (2000) sostiene que en este tipo de triangulación intenta considerar el factor de cambio y el de proceso mediante la utilización de diseño de cortes a través de secciones y mediante diseños longitudinales para analizar tendencias a lo largo del tiempo. Recoge información contrastada de los diferentes momentos, utilizando el antes en el que se sitúa la iniciativa y el diseño del mismo, el durante en el que se escalonan temporalmente diferentes fases de la acción y el después en el que se producen algunos efectos y las repercusiones producidas en los sujetos y en los ambientes. Por eso, no sólo se elaboró test meramente conceptual validado por expertos para aplicar antes y después de la intervención didáctica, sino que además se recolectaron las opiniones, argumentos, escritos, posturas e hipótesis que se generaban mediante una enseñanza activa; las respuestas que brindaron los estudiantes en la discusión de noticias controversiales y el desarrollo de un juego de roles. De acuerdo con Marín (2017), citando a Aguilar y Barroso (2015), esta triangulación en general es útil porque a la hora de recaudar información en investigaciones sociales es importante contrastar los resultados, analizar coincidencias y diferencias desde diferentes perspectivas como son los métodos cualitativos (hipótesis, explicaciones y foros) y cuantitativos (test).

Para la validación del test (estilo cuestionario) se calculó el coeficiente V de Aiken, el cual se halló con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{S}{(n(c - 1))} \quad (ec.11)$$

Siendo S la sumatoria de la valoración de cada pregunta, n indica el número de expertos y C representa los números de valores tenidos en cuenta (mantener,

modificar o eliminar = 3) se considera que el instrumento es válido si el coeficiente V es mayor de 0,7 (Merino y Livia, 2009).

Además se identificó mediante el método de Kuder-Richarson 20 un coeficiente de consistencia interna, que según Corral (2008), permite obtener la confiabilidad a partir de los datos obtenidos en una sola aplicación del test y que puede ser usado en cuestionarios de ítems dicotómicos y cuando existe alternativas dicotómicas con respuestas correctas e incorrectas, y se usó teniendo en cuenta la opinión de un grupo de estudiantes con características similares al grupo investigado (32 estudiantes de grado once). El valor de Kuder-Richarson 20 de correlación oscila entre 0 y 1 y se calcula a partir de la ecuación 12:

$$KR_{20} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{s_t^2 - \sum pq}{s_t^2} \right] \quad (ec. 12)$$

Donde n es el número total de ítems, ns_t^2 es la varianza de las puntuaciones totales, p es la proporción de sujetos que pasaron un ítem sobre el total de sujetos y q es igual 1 menos p. Sierra (2001), establecen los siguientes rangos para los valores de confiabilidad de esta técnica:

- De 0,70 a 1,00: Muy fuerte
- De 0,50 a 0,69: Sustancial
- De 0,30 a 0,49: Moderada
- De 0,10 a 0,29: Baja
- De 0,01 a 0,09: Despreciable

Una vez obtenida la validez y la confiabilidad, se aplicó dos veces a los estudiantes de estudio con el fin de identificar indicios de aprendizaje adquirido. La primera aplicación fue antes del desarrollo de la secuencia didáctica (pre-test) y la segunda, fue al finalizar la secuencia (post-test).

Como la triangulación realizada en este trabajo es temporal, los datos fueron recolectados a lo largo de todo el desarrollo de la secuencia didáctica identificando tres momentos del proceso que son el inicio, el desarrollo y el cierre. En el inicio se aplicó el pre-test; durante el desarrollo se recolecto la información obtenida al trabajar la secuencia didáctica, la cual comprendía experimentos demostrativos y espacios de discusión, socialización y explicación aclarativos acordes a la teoría de aprendizaje activo, a esto se le suma el trabajo mediante un enfoque CTSA usando preguntas y noticias controversiales que permitieron la construcción de espacios de discusión como los foros; para el cierre se aplicó el post-test y se recolecto la decisión y posturas frente a un problema relacionado a la contaminación auditiva, la cual fue complementada mediante unas consultas previas realizadas por los estudiantes.

La siguiente tabla consiste en la secuencia didáctica diseñada y aplicada a los estudiantes, basada en la propuesta de Marín (2017) (citado en Tobón et. Al, 2010). **(ver tabla 1)**. Hay que resaltar que la secuencia se divide en 4 columnas. La primera está el Tema y el tiempo destinado; la segunda es la pregunta o situación controversial con la que se inicia la clase; la tercera es la descripción de la clase y la cuarta es la actividad CTSA mediante la cual se genera el espacio de discusión a partir de una noticia o video controversial. Es importante comentar que las preguntas, situaciones y noticias controversiales implicaban una visión económica, política, ética, cultural y educativa para poder evaluar el impacto que tienen la ciencia y tecnología, en la sociedad y el medio ambiente.

Tabla 1. Secuencia didáctica

Temas	Pregunta o situación controversial	Trabajo: clase/experimento demostrativo	Actividad CTSA
<p>1. Naturaleza del sonido (no viaja en el vacío, onda longitudinal, tridimensional, frentes de onda esféricos).</p> <p>Tiempo: 2hr</p>	<p>1. ¿Cómo creen que la ciencia del sonido ha ayudado al desarrollo de la humanidad?</p>	<p>Inicio: Presentación socialización del trabajo y reconocimiento del grupo.</p> <p>Desarrollo: Momento1. Como apertura de la clase se inicia con la <u>pregunta controversial 1</u>; seguido se brinda un tiempo para que escriban una posible respuesta y así se escuchan las opiniones y respuestas de los estudiantes, para que luego el docente pueda hacer la apertura del tema preguntando sobre qué es el sonido, cómo es su comportamiento y si puede viajar en el vacío. Para este punto el docente mostrará dos montajes: en el primero usará unas velas encendidas y un celular reproduciendo música dentro de un recipiente transparente (ver anexo 1.1.1), en el segundo usará media botella cubierta con un globo mediante el cual se le pedirá a un estudiante que apague una vela (ver anexo 1.1.2), con las experiencias anteriores se evidenciará si el sonido viaja o no por el vacío, luego les preguntará a las estudiantes:</p> <p>- ¿Por qué creen que el sonido es una onda longitudinal y no transversal? Luego de la pregunta y escuchar a los estudiantes se les pedirá que hagan una representación del comportamiento del sonido como onda longitudinal, por medio de ello se explicará que para que haya un sonido debe haber un Generador de perturbación(emisor), un medio(trasmisor) y un receptor; se discutirá los tipos de receptores que hay en la vida cotidiana y se realizará la siguiente pregunta:</p> <p>- ¿Qué se le viene a la cabeza cuando dicen que la onda de sonido es tridimensional con frentes de onda esféricos?</p> <p>Se escuchará las opiniones y respuestas, pero seguido se les pedirá a los estudiantes que se organicen en grupos y realicen la siguiente actividad:</p>	<p>Actividad 1. Lectura noticia controversial Importancia del sonido para los seres humanos.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • <u>haga una representación de cómo se comporta el sonido a nivel molecular, sabiendo que una estudiante es una perturbación (golpe de un martillo) y el resto de estudiantes, moléculas del aire).</u> <p>Para lo anterior, el docente dará un tiempo determinado en donde observará a cada grupo y dará algunas aclaraciones que podrían ayudar a la formación del modelo conceptual, luego cada grupo socializará su trabajo y explicarán el porqué de éste. Además, el docente expondrá el grupo que se acercó al modelo correcto y pedirá a todos los estudiantes que realicen un último montaje mediante el cual se dará respuesta a por qué el sonido es una onda tridimensional con frentes de onda esféricos; finalmente el docente aclarará las dudas y generará junto con los estudiantes el concepto del sonido.</p> <p>Cierre: Se preguntará si quedó alguna duda y se solicitará a las estudiantes que hagan la lectura de la primera Noticia controversial (ver anexo 1.2.1) y se preparen para un foro que se realizará en la siguiente clase.</p>	
<p>2. Características del sonido (tono, intensidad, timbre)</p> <p>Tiempo: 2hr</p>	<p>2. Cuando una mina antipersona explota, no sólo se ve afectado dramáticamente quien la activa, sino que también las personas que están cerca de ella, debido a la fuerte onda de presión que libera, lo cual cobra muchas</p>	<p>Inicio: Saludo y organización de estudiantes por grupos.</p> <p>Desarrollo: Momento 1. Se inicia recordando el tema visto en la clase anterior y posteriormente se realiza el foro de discusión de la Noticia controversial 1 donde se realizarán las siguientes preguntas orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿La ciencia del sonido ha causado efectos negativos en la humanidad? ¿Cuáles? - ¿Qué tipo de tecnología podemos encontrar actualmente que ha sido muy influenciada por el estudio del sonido y cómo influye en nuestra vida cotidiana? <p>Para finalizar se responde la pregunta controversial 1, que se hizo</p>	<p>Actividad 2. Lectura noticia controversia Las Bacrim están instalando minas antipersona</p>

	<p>vidas. ¿Qué ámbitos de la sociedad se ven afectados por esta problemática y Qué se necesitaría para tomar medidas frente a la reciente problemática de instalación de minas antipersona a lo largo del territorio nacional?</p>	<p>inicialmente en esta primera sección: - ¿Cómo creen que la ciencia del sonido ha ayudado al desarrollo de la humanidad? Momento 2. se inicia la clase haciendo la <u>pregunta controversial 2.</u> se escuchan las opiniones y respuestas, luego se les pregunta a las estudiantes sobre las características del sonido que se pueden identificar en una explosión o generadas por una flauta además de su relación y diferencias, se reunirán las ideas y se plantearán las tres características: tono, intensidad y timbre; luego por medio de experimentos demostrativos se explicara cada uno: para el tono se usará un diapasón(ver anexo 1.1.3), para la intensidad se un montaje de dos campanas y para el timbre una actividad en donde los estudiantes se taparan los ojos y escucharan las distintas voces de las compañeros, de tal forma que los puedan identificar sin haberlos visto. Finalmente, el docente junto con las estudiantes organizará un concepto para cada característica. Cierre: Se preguntará si quedo alguna duda y se solicitará a las estudiantes que hagan lectura de la <u>segunda Noticia controversial (ver anexo 1.2.2)</u> y se preparen para un foro que se realizará en la siguiente clase.</p>	
<p>3. Sistemas resonantes (cuerdas, tubos sonoros) Tiempo: 3hr</p>	<p>3. En Antioquia, la construcción de la hidroeléctrica Ituango generó una licitación que la gano la empresa ESEMTRIC de origen español. Dentro del protocolo normal de trabajo, no realizaron los</p>	<p>Inicio: Saludo y organización de estudiantes por grupos. Desarrollo: Momento 1. Se inicia recordando el tema visto en la clase anterior y posteriormente se realiza el foro de discusión de la <u>Noticia controversial 2,</u> donde se plantearán las siguientes preguntas orientadoras: - ¿de qué forma se ve afectado el organismo al estar expuesto a la explosión de una mina antipersona? - ¿creen que al mecanismo que usa este tipo de minas antipersona se le podría dar un uso diferente al de la guerra? ¿Cuál?</p>	<p>Actividad 3. Lectura noticia controversial Resonancia y estructuras</p>

	<p>estudios de análisis dinámico, el cual es el encargado de determinar el comportamiento de los materiales ante vibraciones. ¿Qué consecuencias traería para la comunidad la construcción de esta hidroeléctrica?</p>	<p>Para finalizar se responde la <u>pregunta controversial</u> que se hizo inicialmente en esta primera sección:</p> <p>¿Qué se necesitaría para tomar medidas frente a la reciente problemática de instalación de minas antipersona a lo largo del territorio nacional?</p> <p>Momento 2. Se inicia la clase planteando la <u>situación controversial 3</u>, se escuchan las opiniones y respuestas por medio de las cuales se apoyarán para iniciar el tema con un montaje que consiste de un tubo de pvc y tres palitos de plástico de distintas longitudes distribuidos a lo largo del tubo (ver anexo 1.1.4). El docente generará tres tipos de movimiento en el tubo para que resuene cada palito y los estudiantes mediante sus equipos de trabajo deberán crear un concepto que trate de explicar lo que sucede. Para ello el docente les permitirá acercarse y replicar los movimientos que él generó, luego se socializará y se escribirá en el tablero las ideas clave de los grupos de trabajo y por medio del mismo montaje se explicará el fenómeno de resonancia mecánica.</p> <p>Momento 3. Luego se les mostrará un montaje de un motor que genera una perturbación en una cuerda fija con una longitud determinada (ver anexo 1.1.5), y se les preguntará a los estudiantes qué sucedería si la longitud de la cuerda aumenta, se les permitirá a los estudiantes que interactúen con el montaje y luego se le pedirá a cada grupo que escriba sus opiniones en el tablero y se socializan, finalmente el docente puntualizará el tema por medio de las ideas clave encontradas en los escritos de tal forma que se pueda explicar el concepto de cuerdas sonoras y cómo se relaciona la frecuencia con la longitud de la cuerda, además de la formación los armónicos y cómo éste tiene que ver con el tono.</p> <p>Momento 4. El docente le entregará a cada uno de los grupos un montaje de botellas además de un recipiente con agua. El reto de cada grupo es tratar de generar una escala musical de las notas calibrándolas por medio de la cantidad de agua en las botellas (ver</p>	
--	--	---	--

		<p>anexo 1.1.6), luego se les preguntará a los estudiantes qué creen que sucede en el interior de este montaje. Cada grupo expone y finalmente el docente explicará a partir de los aportes el comportamiento de los tubos sonoros, cómo diferencia entre abiertos y cerrados, comparándolos mediante la muestra de instrumentos musicales, finalmente se mostrará su similitud con las cuerdas sonoras, el comportamiento de las ondas generadas en su interior, la formación, de los nodos, crestas y longitudes de ondas.</p> <p>Cierre: Se preguntará si quedó alguna duda y se solicitará a las estudiantes que hagan lectura de la tercera noticia controversial (ver anexo 1.2.3), y se preparen para un foro que se realizará en la siguiente clase.</p>	
<p>4. fenómenos de las ondas sonoras (reflexión, refracción, difracción e Interferencia de ondas sonoras)</p> <p>Tiempo: 3hr</p>	<p>4. Alguna vez has escuchado el sonido producido por algunos autos y motocicletas, que, por algún motivo, sea por falta de mantenimiento o por querer integrarse a algún tipo de festividad o desfile, terminan generando mucho ruido. Sin embargo, las empresas han dado una solución a dicha problemática gracias a la fabricación de los silenciadores, o</p>	<p>Inicio: Saludo y organización de estudiantes por grupos.</p> <p>Desarrollo: Momento 1. Se inicia recordando el tema visto en la clase anterior y posteriormente se inicia el foro de discusión de la noticia controversial 3, donde se realizarán las siguientes preguntas orientadoras: - ¿Por qué cree que se dañan las estructuras cuando hay resonancia? - ¿Qué tipo de medidas se podrían tomar para evitar este tipo de incidentes en puentes colgantes y estructuras? Para finalizar se vuelve a plantear la situación controversial 3 y se responde la siguiente pregunta: ¿Qué consecuencias traería para la comunidad la construcción de esta hidroeléctrica? ¿por qué? Momento 2. posteriormente se les Planteará a los estudiantes la situación controversial 4 se escucharán sus opiniones y posturas, y posteriormente se llevarán a la sala audiovisual en la cual podrán observar un montaje donde se generarán un grupo de ondas</p>	<p>Actividad 4. Video: ¿Cómo funciona? Silenciadores de automóviles</p>

	<p>también conocidos como exostos. ¿qué opiniones tienes acerca de todos los recursos humanos y económicos que intervienen para inventar dispositivos como estos en las empresas?</p>	<p>generadas por medio de un parlante que tiene sobre él un recipiente con agua y elemento reflejante sumergido; luego se conectará el parlante a un celular y se generarán distintos pulsos o sonidos que se pondrán observar por medio de su reflexión en una superficie blanca al iluminar el recipiente (ver anexo 1.1.7), luego se les preguntará a los estudiantes ¿qué creen que sucede en el montaje?, ¿Qué sucede con las ondas que se generan?, ¿qué podría pasar si se generan distintos tipos de tonos?, seguido se explicarán los fenómenos ondulatorios de las ondas sonoras y se aclarará relacionando con el montaje cómo dos o un grupo de ondas generan interferencias constructivas o destructivas y se les preguntará qué casos de la vida cotidiana conocen.</p> <p>Momento 3. Se proyectará un video llamado ¿cómo funcionan los silenciadores de los automóviles? (ver anexo 1.2.4), del cual se generará la cuarta discusión temática a partir de la situación controversial 4 dada al inicio de la clase mediante las siguientes preguntas:</p> <p>- De acuerdo al video, ¿sabes de algún caso en cuanto a aparatos tecnológicos o herramientas que usen silenciadores? ¿en qué consiste su funcionamiento? ¿para qué se usan?</p> <p>Para finalizar se vuelve a plantear la situación controversial 4 y se responde la siguiente pregunta:</p> <p>las empresas han dado una solución a dicha problemática gracias a la fabricación de los silenciadores, o también conocidos como exostos. ¿qué opiniones tienes acerca de todos los recursos humanos y económicos que intervienen para inventar dispositivos como estos en las empresas?</p> <p>Cierre:</p> <p>Se preguntará si quedó alguna duda y se solicitará a las estudiantes que hagan lectura de la quinta Noticia controversial (ver anexo 1.2.5) y se preparen para un foro que se realizará en la siguiente clase.</p>	
--	---	---	--

<p>5. Velocidad del sonido (Velocidad constante, compresibilidad, densidad, masa molecular (gases), temperatura)</p> <p>Tiempo: 3hr</p>	<p>5. Años atrás, el Concorde era una de las aeronaves de vuelos comerciales que superaba la velocidad del sonido. Esto traía la ventaja de realizar vuelos mucho más rápido que los aviones tradicionales, sin embargo, cuando el Concorde aterrizaba en los aeropuertos generaba un ruido muy fuerte que ocasionaba, entre otras cosas, el daño de las ventanas de las casas situadas muy cerca del aeropuerto ¿Cómo crees que afectara a nivel social la producción de aviones supersónicos?</p>	<p>Inicio: Saludo y llamado de asistencia</p> <p>Desarrollo: Momento 1. Se inicia recordando el tema visto en la clase anterior, luego el docente realizará la pregunta controversial 5 donde se escucharán las opiniones de los estudiantes y sus posturas; luego el docente preguntará a los estudiantes si conocen la velocidad del sonido en aire y luego les propone una actividad en la cual podrán medir la velocidad del sonido mediante un tubo sonoro (ver anexo 1.1.8). Para ello se usará un diapasón de golpe el cual se mostrará a los estudiantes y se pasará para que ellos generen un tono y se familiaricen con su uso, luego se les mostrará un montaje de un recipiente con agua y un tubo de pvc que tiene pegado un metro mostrando su longitud, se les pedirá a los estudiantes que, con los tres materiales mostrados, realicen una hipótesis que plantee cuál sería la manera para medir la velocidad del sonido. El docente escuchará las propuestas y aclarará el proceso para que cada uno realice la actividad, tomarán apuntes de los datos con los cuales deberán determinar la velocidad del sonido, el docente explicará por qué la Velocidad es constante y cómo cambia al influir la compresibilidad, la densidad, la masa molecular (gases) y la temperatura, dependiendo del material. Luego se hablará de la barrera del sonido y cómo al superarla se hablara de una velocidad supersónica, posteriormente se planteará que hay sonidos supersónicos e infrasonidos. Una vez explicado esto se preguntará en que aspectos de la vida cotidiana podemos observar el uso de estos dos fenómenos.</p> <p>Momento 2. posteriormente se inicia el foro de discusión de la Noticia controversial 5 donde se realizarán las siguientes preguntas orientadoras:</p> <p>- ¿Cómo crees que la economía se verá afectada por la construcción de un avión supersónico?</p>	<p>Actividad 5. Lectura noticia controversial: ¿Regresaran los vuelos supersónicos?</p>
---	--	---	---

		<p>- ¿en qué otros campos este tipo de tecnología se podría implementar? ¿Por qué?</p> <p>Para finalizar se vuelve a plantear la situación controversial 5 y se responde la siguiente pregunta:</p> <p>¿Cómo crees que afectara a nivel social la producción de aviones supersónicos?</p> <p>Cierre:</p> <p>Se preguntará si quedó alguna duda y se solicitará a las estudiantes que hagan lectura de la sexta Noticia controversial (ver anexo 1.2.6), además se explicará la metodología de trabajo para la discusión final la cual será mediante juego de roles.</p>	
<p>6. Oído y audición</p> <p>Tiempo: 2hr</p>	<p>Actividad de juego de roles. “El ruido que enloquece en las festividades de San Pedro”</p>	<p>Inicio</p> <p>Saludo y organización de estudiantes por grupos.</p> <p>Desarrollo</p> <p>Momento 1. El docente explicará un poco el funcionamiento del aparato auditivo y algunas afectaciones que este puede sufrir por la contaminación auditiva.</p> <p>Momento 2. Se llevará a cabo la experiencia final mediante un juego de roles que se basará en la situación controversial final llamada “el ruido que enloquece en las festividades de san pedro” (ver anexo 1.2.7) para ello se proyectará un video en el cual se observará un desfile de las fiestas de San Pedro en Neiva-Huila y se darán las pautas para el desarrollo de la actividad.</p> <p>Cierre</p> <p>Se darán las consideraciones finales y se escucharán las opiniones de los estudiantes sobre las actividades que desarrollaron a lo largo de la secuencia didáctica.</p>	<p>Actividad 6.</p> <p>Noticia controversial</p> <p>Para Juego de roles: El</p> <p>ruido que enloquece las calles</p>

5.1 Plan de análisis

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, el presente trabajo involucró el uso de una triangulación temporal de información cuantitativa y cualitativa que se encuentran relacionadas. En primer lugar se generó un análisis de un gráfico de box-plot (gráfico de caja y bigote), mediante el cual se comparó cuantitativamente los resultados del pre-test con los del post-test para identificar indicios de aprendizaje respecto a algunos fenómenos sonoros, A partir de dicho resultado se identifica las preguntas con mayor dificultad para establecer su análisis respectivo; posteriormente se realizó un análisis del antes y después de las ideas, opiniones o percepciones que tienen los cuatro grupos de estudiantes que se formaron al trabajar los experimentos demostrativos que hacían parte de los seis temas desarrollados en la secuencia didáctica (**ver tabla 1**), así mismo se comparó esta información con las evidencias obtenidas en los foros de discusión, de noticias controversiales como los argumentos usados, escritos, e investigaciones que luego fueron registrados y calificados por medio de la matriz de evaluación de actitudes CTSA, incluyendo la decisión y reflexiones generadas a partir de la problemática abordada por medio de un juego de roles.

Para categorizar los calificativos CTSA que se usaron en la aplicación de la matriz de evaluación (**ver anexo 2.1**) se tuvo en cuenta el estudio realizado por Marin (2017), quien valoró las actitudes o visiones CTS de estudiantes de noveno grado de una forma objetiva a partir discusiones y toma de decisiones que se desarrollaron mediante tres niveles de respuestas que son Adecuadas, Plausibles e Ingenuas. Sin embargo, (Manassero, Vásquez y Acevedo, 2004), citados por Marín (2017), afirman que el número de respuestas en cada categoría depende de una construcción empírica y no es un rasgo arbitrario controlado por el investigador. Por este motivo se decidió usar dichas categorías en la investigación, ya que por medio de los foros de discusión a partir de las preguntas, problemas y noticias controversiales se pudo evaluar la concepción que tienen los estudiantes sobre la ciencia y tecnología desde una visión económica, política, ética, cultural, ambiental y educativa.

Es así como se definieron los siguientes criterios que se tuvieron en cuenta para valorar cada respuesta que dieron los estudiantes en los foros de discusión:

- **Adecuada:** da una respuesta pertinente y con argumentos a la pregunta planteada identificando una relación con aspectos de ciencia, tecnología, sociedad, ambiente, ética, economía, política, educación o medios de comunicación.
- **Plausible:** Identifica una relación entre la pregunta y algunos aspectos sociales, pero sin argumentos suficientes y sin ser muy pertinente.

- **Ingenua:** No identifican relaciones entre tecno-ciencia y los aspectos sociales, tampoco da una respuesta pertinente a la pregunta.

6. Resultados y discusiones

6.1 Validación del test

En cuanto a la validación del test, que inicialmente tenía un total de 16 ítems (**ver anexo 2.2**), se pidió la opinión, en estilo Likert, de cinco expertos (docentes de física) respecto a cinco criterios que son extensión adecuada; enunciado correcto, enunciado comprensible; buena ortografía y uso del lenguaje apropiado; mide lo que pretende; e induce a la respuesta. Una vez evaluado dichos criterios, los expertos pudieron establecer si cada ítem debía mantenerse sin modificaciones, aplicarse con modificaciones o eliminarlo, para poder medir la validez de acuerdo al coeficiente de V- Aiken. De esta forma las recomendaciones, sugerencias y observaciones hechas por los expertos para los ítems, que según sus criterios debían ser modificados o eliminados, son los siguientes:

En primer lugar, por sugerencia de los expertos se agregaron dos preguntas abiertas que apuntarán a conceptos del sonido, ya que se debe identificar de manera subjetiva las ideas previas en los estudiantes en cuanto al concepto del sonido y su conocimiento de una onda longitudinal y una transversal. De esta manera la primera modificación al test-fue: ¿Desde el punto de vista de la Física, ¿qué entiende por sonido?; y la segunda modificación fue: En los fenómenos ondulatorios se pueden concebir dos tipos de ondas, una longitudinal y otra transversal. Explique cada una de ellas y de un ejemplo en la vida cotidiana en dónde se puede apreciar.

Ítem1: la pregunta buscaba identificar la diferencia entre ruido y sonido, pero los expertos comentaron que había que llevar la pregunta a un contexto ya que esto permitiría mayor comprensión del enunciado e induciría a una mejor respuesta y retroalimentación, por lo cual se planteó un ejemplo de la visualización de dos patrones de onda, uno de un grupo de estudiantes principiantes de flauta dulce y un patrón de onda del instructor quien es un experto.

Ítems 3 y 4: Las preguntas buscaban identificar conocimientos previos acerca de tubos abiertos y tubos cerrados; sin embargo, los expertos sugirieron que se debía contextualizar la pregunta, además de agregar imágenes complementarias que dieran mayor claridad al enunciado, ya que la temática de estos ítem es muy abstracto, por lo cual se planteó un enunciado y unas imágenes y un enunciado que hablaran sobre una sinfónica y cómo en ésta podían encontrar instrumentos homólogos a los tubos abiertos y cerrados.

Ítems 13 y 14: estas preguntas buscaban identificar conocimientos previos acerca de la contaminación auditiva y sus consecuencias; pero según los expertos estas preguntas eran muy simples y teóricas por lo cual sugirieron que se llevaran a un contexto, para ello se plantearon preguntas que ponen como ejemplo la experiencia de unos estudiantes en las fiestas del San pedro y las horas pico.

Los Ítems 6 y 15: en primer lugar, el ítem 6, que buscaba identificar ideas previas en cuanto al efecto Doppler, pero no se encontró una temática CTSA adecuada, por lo que se estableció que no se iba a trabajar en el aula, por lo cual se eliminó. En cuanto al ítem 15 que buscaba identificar ideas previas sobre frecuencia, los jurados solicitaron eliminarla ya que otra pregunta el **ítem 12**, buscaba identificar ideas previas de este mismo concepto.

Utilizando la ecuación 11 para determinar el coeficiente de V de Aiken se pudo construir la tabla 2. En ella se puede evidenciar que dicho coeficiente fue muy bajo para el ítem 15, que según Merino y Livia (2009), para que un instrumento sea válido el coeficiente debe ser alrededor de 0,7. No obstante algunos ítems como el 1, 3, 4 y 14 están por debajo de dicho valor, pero no se optó por eliminarlos, sino que se modificaron según la sugerencia de los expertos como se especificó anteriormente.

Tabla 2: Coeficiente de V de Aiken para cada ítem.

Ítem	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	V-Aiken
1	0,80	0,35	0,85	0,85	0,45	0,66
2	0,80	0,35	0,80	0,85	0,75	0,71
3	0,80	0,35	0,95	0,65	0,65	0,68
4	0,80	0,40	0,60	0,70	0,65	0,62
5	0,80	0,35	1,00	0,90	0,75	0,76
6	0,80	0,35	1,00	0,85	0,75	0,75
7	0,80	0,35	1,00	0,85	0,75	0,75
8	0,80	0,35	1,00	0,80	0,75	0,74
9	0,80	0,35	0,75	0,85	0,75	0,70
10	0,80	0,35	1,00	0,85	0,45	0,69
11	0,80	0,65	1,00	0,85	0,75	0,81
12	0,80	0,65	0,85	0,80	0,75	0,77
13	0,80	0,65	1,00	0,90	0,75	0,82
14	0,80	0,65	0,75	0,70	0,5	0,68
15	0,80	0,35	0,35	0,70	0,70	0,58
16	0,80	0,50	1,00	0,95	0,75	0,80

Por otra parte, se estableció el coeficiente Kuder-Richarson 20, el cual confirma la validez del test. Para esto se solicitó a los estudiantes de otro grado once de la misma institución educativa Félix María Ortiz resolvieran el test el cual se calificó 1 a las respuestas correctas y 0 a las incorrectas ya que el coeficiente de Kuder-Richarson 20 es dicotómico.

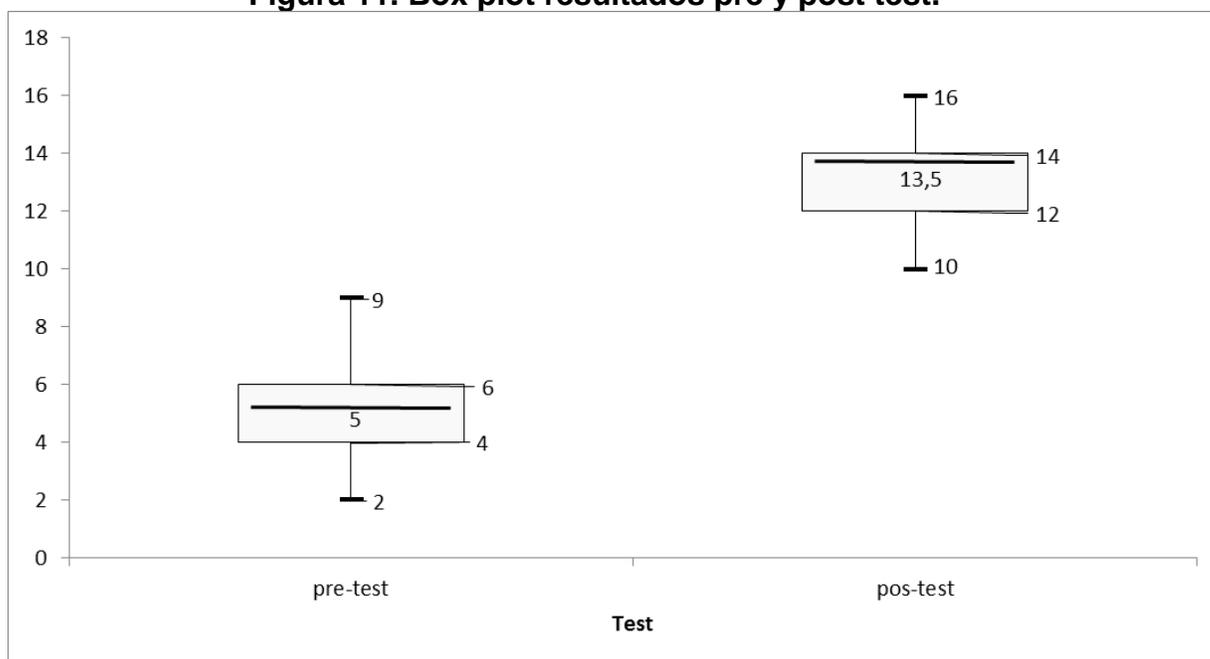
Sin embargo, utilizando la ecuación 12 para identificar el coeficiente de Kuder-Richarson 20 se obtuvo un valor de 0,90, el cual indica que la fiabilidad de todo el test es muy fuerte. Para identificar este coeficiente general se tuvo en cuenta, el número de ítems n que fue 16, $\sum ns_t^2$ la sumatoria de la varianza independiente que es 3,64 y ns_t^2 que es la varianza de las puntuaciones totales que fue 23,39. De esta forma se vio una calificación baja en los ítems 3, 4, 6 debido a que, según los estudiantes, no entienden esas preguntas por las imágenes confusas y términos que no entienden, lo cual coincide con la evaluación de los expertos.

En conclusión, el test que se aplicó tuvo un grado de validez y confiabilidad suficientemente fuerte para los 16 ítems establecidos (**ver anexo 2.3**), lo cual indica unos resultados que pueden ser analizados con mayor precisión.

6.2 Análisis de los resultados del pre-test y post-test

En primera medida se identificó los resultados del pre-test y el pos-test a partir de un gráfico en el formato Box Plot (gráfico de caja y bigote) (**ver figura 11**), de tal forma que se pudiera establecer una comparación entre un antes y un después para poder determinar cómo le fue al grupo estudiado. Hay que aclarar que los dos test fueron idénticos, con un total de 16 preguntas cada uno, de las cuales dos eran abiertas y el resto de selección múltiple con única respuesta (**ver anexo 2.3**). Cabe resaltar que las preguntas solo podían ser calificadas con 1 si estaba correcta o 0 si estaba incorrecta o parcialmente correcta, tal como se puede apreciar en la tabla del **Anexo 3**.

Figura 11. Box plot resultados pre y post test.



Según la figura 11, se puede apreciar que en el pre-test ningún estudiante obtuvo correctamente más del 60% de la prueba (aproximadamente 10 preguntas), en cambio en el pos-test todos los estudiantes lograron obtener un resultado igual o superior a dicho valor. También hay que resaltar que los estudiantes no se dispersaron después de la aplicación de la secuencia didáctica, ya que el rango intercuartilico tanto en el pre-test como el pos-test es de 2.

Hay que mencionar que la secuencia fue eficiente porque inicialmente en el pre-test el 75% de los estudiantes sólo tenían hasta 6 respuestas correctas a diferencia del post-test en el cual el 75% de ellos tuvieron 14 respuestas correctas; además el puntaje más bajo y más alto, también mejoró a pesar de que no fueron

los mismos estudiantes quienes los obtuvieron. El menor número de respuestas correctas del pre-test fue de 2, a diferencia del post-test que fue de 10; así como el mayor número de respuestas correctas en el pre-test fue de 9 y en el post-test fue de 16.

Es importante mencionar las preguntas de mayor dificultad que se mantuvieron en el pos-test, que, pese a que el número de estudiantes que las respondieron incorrectamente no sobrepasa el 35,71%, aún pueden indicar algún problema de comprensión del tema que trataba el ítem.

Los ítems 1 y 2: estos corresponden a las dos únicas preguntas abiertas del test. El ítem 1 trata de identificar el concepto que tienen los estudiantes sobre el sonido y el ítem 2 pretende identificar si el estudiante diferencia una onda longitudinal de una transversal; los conceptos de estas preguntas se desarrollaron mediante las actividades del **tema 1** (naturaleza del sonido) de la secuencia didáctica (**ver tabla 1**). Es posible que los estudiantes tuvieron problemas al responderlas debido al hecho de que eran preguntas abiertas y durante el desarrollo de las clases se pudo apreciar que los estudiantes presentaban mayor afinidad a trabajos de sustentación oral o de ejercicios numéricos.

Ítem 6: este corresponde a una pregunta que buscaba identificar conocimiento acerca de la frecuencia en los tubos abiertos y cerrados; los conceptos de esta pregunta se desarrollaron mediante las actividades del **tema 3** (sistemas resonantes) de la secuencia didáctica (**ver tabla 1**) y es posible que los estudiantes tuvieron problemas al responderla debido a que en el desarrollo de las clases se pudieron observar algunas dudas frente al concepto de armónicos en los tubos sonoros, la relación de la frecuencia y la longitud de los tubos, esto posiblemente se debe por ser un tema bastante abstracto.

Ítem 16: este corresponde a una pregunta que buscaba identificar conocimiento acerca del fenómeno de interferencia sonora; los conceptos de esta pregunta se desarrollaron mediante las actividades del **tema 4** (fenómenos de las ondas sonoras) de la secuencia didáctica (**ver tabla 1**) es posible que los estudiantes tuvieron problemas al responderla debido a que es un tema abstracto, además el montaje que explica este fenómeno no lo podían manipular como en los otros experimentos ya que era delicado, por lo que la sola observación del fenómeno no fue suficiente para comprender el concepto.

En cuanto al resto de preguntas del test se evidencia una alta comprensión de los temas vistos por medio de la secuencia didáctica, esto se evidencia en la mayoría de los casos en los que tan sólo el 10.71% no pudieron responder las preguntas.

Uno de los motivos que pudieron haber aportado a que la mayoría de los estudiantes mejoraran en sus resultados del test, se debe a la enseñanza activa con la que se orientaron las clases, ya que permitió que los estudiantes no sólo confrontaran sus conocimientos con los de otros compañeros sino que pudieran corroborarlos mediante los experimentos demostrativos; además la interacción con los elementos y objetos de la vida cotidiana con los que se fabricaron la mayoría de los montajes pudo haber ayudado a los estudiantes a comprender los fenómenos sonoros vistos de una forma no tan abstracta. También hay que tener en cuenta que todo se orientó mediante un enfoque CTSA, así que el llevar todos esos conceptos científicos o disciplinares a un contexto permitió que los estudiantes se motivaran y relacionaran lo visto en clase con la vida diaria, ayudando a resolver las preguntas del test, las cuales generaban un interrogante a partir de un enunciado que planteaba un contexto como ejemplo.

6.3 Análisis cualitativo y cuantitativo CTSA

Antes del análisis cualitativo y cuantitativo CTSA hay que aclarar que los 28 estudiantes se organizaron en cuatro grupos de siete, llamados: la onda, los siete más 1, los magníficos y siempre frecuencia, los cuales permanecieron sin modificación durante el desarrollo de las temáticas; hay recordar que en cada sección de la secuencia didáctica (**ver tabla 1**) siempre se inició con una pregunta o situación controversial que se respondía antes del experimento demostrativo; luego del desarrollo de la clase se planteó una noticia o video controversial como material de discusión de los foros a excepción del último video que aportó a la elaboración del juego de roles. Estas controversias trataban sobre una problemática relacionada con aspectos científicos, tecnológicos, sociales y ambientales, pero también relacionaban elementos éticos, económicos o políticos, que podrían tener algún tipo de relación con los medios de comunicación.

6.3.1 Análisis cualitativo CTSA

1. En el desarrollo CTSA del tema 1 “la naturaleza del sonido” se planteó inicialmente la siguiente pregunta controversial **¿Cómo creen que la ciencia del sonido ha ayudado al desarrollo de la humanidad?** La cual los estudiantes de manera grupal respondieron antes y después del experimento demostrativo una socialización grupal y un espacio de complementación teórica, así como aclaraciones por parte del docente. Lo anterior se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 1

TEMA 1: Naturaleza del sonido		
GRUPOS	ANTES	DESPUÉS
GRUPO 1. “LA ONDA”	<ul style="list-style-type: none"> Nos ha ayudado en la creación de equipos que producen música En la creación de antenas satelitales 	<ul style="list-style-type: none"> Nos ha ayudado a comunicarnos socialmente mediante la música y la danza En la medicina en la creación el ultrasonido y observar a los bebés en su etapa de gestación. La creación de dispositivos para las personas con capacidades auditivas
GRUPO 2 “LOS SIETE MÁS 1”	<ul style="list-style-type: none"> Nos ha ayudado en nuestra comunicación con aparatos que amplifican o regulan el ruido. En la creación de las ecografías. 	<ul style="list-style-type: none"> Hay aspectos en los que no ayuda a la humanidad ni no que la destruye como la creación de armas que generan ondas de choque que afectan a los seres vivos tanto hombres como animales. Las nuevas tecnologías generan mucha contaminación sonora que causa efectos negativos en las personas.

		<ul style="list-style-type: none"> Mediante el estudio del sonido inventamos aparatos como el sonar, el ultrasonido, amplificadores, audífonos.
GRUPO 3 “LOS MAGNÍFICOS”	<ul style="list-style-type: none"> Nos ha ayudado en la medicina, hay tratamientos psicológicos mediante la música. 	<ul style="list-style-type: none"> En la creación de ultrasonidos, aparatos para ayudar a escuchar aparatos para encontrar cosas o personas enterradas o a cierta profundidad en el mar. En las industrias usan el sonido para medir distancias.
GRUPO 4 “SIEMPRE FRECUENCIA”	<ul style="list-style-type: none"> La ciencia del sonido nos ha ayudado mediante los ultrasonidos y mediante los aparatos musicales. 	<ul style="list-style-type: none"> Nos ha ayudado a comunicarnos mejor ya que mediante el estudio de la transmisión de sonidos hoy tenemos algunos medios de comunicación como la radio o la tv. Nos ha ayudado con la elaboración de los aparatos musicales y su relación con la matemática ya que algunos principios de estos aparatos se ven reflejados en las construcciones. Nos ha ayudado en los campos de la medicina, mediante el ultrasonido, mediante la creación del sonar.

Al observar el antes y el después se puede determinar que hay mejoría en las actitudes y argumentos usados por los estudiantes, ya que inicialmente se presenta que sólo relacionaban la pregunta con aspectos sociales o tecnológicos e incluso presentaban algunos errores conceptuales como el no diferenciar del ruido del sonido o hablar de las antenas satelitales siendo un ejemplo erróneo ya que estas no usan ondas sonoras sino electromagnéticas; ya en el después se evidencia no sólo una mejor argumentación sino que relacionan con la pregunta aspectos sociales (la danza), tecnológicos (auriculares), científicos (medición de distancias), ambientales (contaminación acústica) e incluso se tocan aspectos relacionados a los medios de comunicación (nuevos tipos de comunicación).

- En el desarrollo CTSA del tema 2 “características del sonido” se planteó inicialmente la siguiente situación controversial **Cuando una mina antipersona explota, no sólo se ve afectado dramáticamente quien la activa, sino que también las personas que están cerca de ella, debido a la fuerte onda de presión que libera, lo cual cobra muchas vidas; ¿Qué ámbitos de la sociedad se ven afectados por esta problemática y qué se necesitaría para tomar medidas frente a la reciente problemática de instalación de minas antipersona a lo largo del territorio nacional?** Luego los estudiantes de manera grupal debieron dar una respuesta antes y después del experimento demostrativo, una

socialización grupal y un espacio de complementación teórica, así como aclaraciones por parte del docente, lo anterior se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 2

TEMA 2: Características del sonido		
GRUPOS	ANTES	DESPUÉS
GRUPO 1. "LA ONDA"	<ul style="list-style-type: none"> Las personas del campo principalmente, los jóvenes y niños y debería haber acciones militares para detener este problema. 	<ul style="list-style-type: none"> Se ven afectada la economía ya que estas minas por lo general se ponen en los cultivos afectando la producción También se ve afectado el ambiente ya que estos suelos se contaminan y los animales también resultan afectados Nosotros los seres humanos en general ya que nadie está a salvo de este tipo de cosas Hay que tener en cuenta que esto se hace por el miedo por el poder y el dinero que pueda sacar al controlar tierras. Para detenerlo hay que implementar políticas, usar las nuevas tecnologías para desactivar las minas y llegar a un acuerdo con los grupos armados, pero nuestros políticos son incompetentes.
GRUPO 2 "LOS SIETE MÁS 1"	<ul style="list-style-type: none"> Todos nos vemos afectados por las minas anti persona a cualquier persona le puede pasar estos problemas, para hacer que deje de suceder esta problemática hay que vigilar a la guerrilla y cuidar a los campesinos. 	<p>Los afectados somos todos porque aun que prefieren colocar las minas en el campo cualquier persona puede resultar lastimada, la educación, la economía y muchos aspectos sociales se paralizan ya que cuando se sabe que hay presencia de estos artefactos es mejor no ir a estudiar o no abrir negocios, también hay que tener en cuenta que los políticos no hacen nada para ayudar a las comunidades afectadas así que para mejorar hay que empezar por ellos que pongan de su parte para que estos incidentes no ocurran.</p>
GRUPO 3 "LOS MAGNÍFICOS"	<ul style="list-style-type: none"> Los principales afectados son los campesinos que siempre son atacados por la guerrilla y para detener este tipo males hay que buscar tecnologías que encuentre las minas ya colocadas. 	<p>Todos los seres vivos nos vemos afectados, ya que tanto los seres humanos y los animales podemos salir lastimados por las minas, las plantaciones se contaminan y a veces se dejan perder por que los campesinos no arriesgan su vida, por lo cual la economía se afecta ya que ellos no ganan dinero y los alimentos no llegan a la gente del pueblo, para que esta problemática cambie se deben implementar nuevas políticas de protección,</p>

		así como usar la fuerza pública para capturar a los implicados.
GRUPO 4 “SIEMPRE FRECUENCIA”	<ul style="list-style-type: none"> Las personas del común en especial los niños, para cambiar esto hay que encontrar las minas y destruirlas, además detener a los grupos que le hace este tipo de mal a las personas. 	<ul style="list-style-type: none"> Consideramos que los ámbitos afectados son: El social por que la comunidad resulta lastimada no solo física si no que psicológicamente. El ambiental por que se contamina la naturaleza con metales, los animales mueren y los suelos se vuelven no fértiles. El económico por que hace que las personas no puedan trabajar en el campo generando pérdidas económicas. El político ya que esto es por el poder y la guerrilla hace presión con muerte y miedo. Para cambiarlo hay que acabar con la guerrilla o negociar de tal forma que las personas no se vean afectadas. Que los medios de comunicación informen como es ya que la desinformación genera caos y mentiras sobre estos asuntos

Luego de observar el antes y el después se identificó una mejoría en las actitudes y argumentos usados por los estudiantes, ya que inicialmente ellos sólo tocaban aspectos sociales y escasamente relacionaban aspectos tecnológicos; en el después se puede observar que relacionan con la situación controversial aspectos, sociales (secuelas psicológicas), tecnológicos (el uso incorrecto de la tecnología), científicos (avances científicos para la guerra), ambientales (contaminación de los suelos), educativos (falta de educación sobre el tema) y políticos (políticos incompetentes), además hay que tener en cuenta que aunque aún algunos grupos identifican otras maneras de solucionar esta problemática, la mayoría de los grupos plantean que el mejor método para solucionar este tipo de situaciones es por la fuerza.

- En el desarrollo CTSA del tema 3 “Sistemas resonantes” se planteó inicialmente la siguiente situación controversial **En Antioquia, la construcción de la hidroeléctrica Ituango generó una licitación que la gana la empresa ESEMTRIC de origen español. Dentro del protocolo normal de trabajo, no realizaron los estudios de análisis dinámico, el cual es el encargado de determinar el comportamiento de los materiales ante distintas vibraciones. ¿Qué consecuencias traería para**

la comunidad la construcción de esta hidroeléctrica? Luego los estudiantes de manera grupal debieron dar una respuesta antes y después del experimento demostrativo, una socialización grupal y un espacio de complementación teórica, así como aclaraciones por parte del docente, lo anterior se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 3

TEMA 3: Sistemas resonantes		
GRUPOS	ANTES	DESPUÉS
GRUPO 1. "LA ONDA"	Podría ayudar a que algunas personas consigan trabajo, pero acosta de sus tierras y que se genere contaminación ambiental.	Hay muchas consecuencias <ul style="list-style-type: none"> • Primero se crearían problemas ambientales las especies de animales y vegetales del lugar se verían muy afectados • Los pobladores se verían en peligro porque la represa no tiene todos los estudios y ante un sismo podría haber una calamidad. • Habría problemas de corrupción ya que no se sabe que intereses hay de por medio de la licitación y además esa empresa por ahorrar dinero hizo todo a medias.
GRUPO 2 "LOS SIETE MÁS 1"	Pues consecuencias negativas, ya que esta va a ser de extranjeros y dinero no va a traer a la comunidad, solo daño al medio ambiente.	Primero todos los que viven cerca estarían afectados por que por lo general perderían sus tierras, además los animales y plantas morirían contaminando, las plantaciones se perderían y además si la presa se hizo a medias por que la empresa quería ahorrarse plata en cualquier momento se vendría abajo y las personas aledañas morirían o lo perderían todo.
GRUPO 3 "LOS MAGNÍFICOS"	Podría ser negativa ya que la empresa no tiene todos los estudios y pues podría dañarse y causar accidentes a los trabajadores y los que viven por esos lugares.	Las personas se afectarían en cuanto a economía ya que les quitarían sus tierras de cultivo o de pesca generando pérdidas, además hay que tener en cuenta que posiblemente luego ni ayuden a la comunidad ya que hay mucha corrupción y los políticos solo les importa el dinero dejando que estas construcciones se hagan y como manipulan a los medios de comunicación pues no se mostrarían los problemas, también las personas podrían estar en peligro ya que los materiales de la represa podrían ser económicos o mal hechos y ante un temblor

		o una creciente eso se podría caer.
GRUPO 4 “SIEMPRE FRECUENCIA”	Creemos que es positiva y negativa la construcción ya que podría haber más trabajo y la economía del pueblo mejoraría, pero el medio ambiente se vería afectado y más si es un pueblo ganadero.	Todo el pueblo tanto urbano como rural se vería afectado ya que esto solo trae contaminación la temperatura aumentaría, las personas enfermarían, los animales y plantas se acabarían por el calor y por el uso de su ecosistema, además en cualquier momento la represa podría venirse abajo por los materiales económicos o por la falta de estudios, las empresas solo piensan en dinero y no en los problemas que pueden generar a los demás además los medios de comunicación no muestran estas noticias solo muestran metiras.

tras observar el antes y el después se identifica una mejoría en las actitudes y argumentos usados por los estudiantes ya que inicialmente ellos sólo tocaban aspectos ambientales y sociales y después se puede observar que relacionan con la situación controversial aspectos sociales (la reorganización de territorio), ambientales (destrucción del medioambiente), económicos (nuevos trabajos), políticos (gestiones negligentes), éticos (dilemas morales) e incluso plantean la postura de los medios de comunicación frente a la situación controversial (tergiversar y omitir información).

4. En el desarrollo CTSA del tema 4 “fenómenos de las ondas sonoras” se planteó inicialmente la siguiente situación controversial **Alguna vez has escuchado el sonido producido por algunos autos y motocicletas, que, por algún motivo, sea por falta de mantenimiento o por querer integrarse a algún tipo de festividad o desfile, terminan generando mucho ruido. Sin embargo, las empresas han dado una solución a dicha problemática gracias a la fabricación de los silenciadores, o también conocidos como exostos. ¿qué opiniones tienes acerca de todos los recursos humanos y económicos que intervienen para inventar dispositivos como estos en las empresas?** Luego los estudiantes de manera grupal debieron dar una respuesta antes y después del experimento demostrativo, una socialización y un espacio de complementación teórica, así como aclaraciones por parte del docente, lo anterior se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 4

TEMA 4: fenómenos de las ondas sonoras		
GRUPOS	ANTES	DESPUÉS
GRUPO 1. “LA	Creemos que las empresas	Hay que tener en cuenta que para evitar la

ONDA”	solo piensan en hacer las cosas económicas para venderlas caras.	contaminación auditiva es necesario este tipo de aparatos que muchas veces ignoramos pero aportan a la ética ciudadana y aun bienestar general, hoy en día las personas quitan los exosotos para recochar y hacer ruido y muchas veces no tienen en cuenta que estos evitan malestares y efectos negativos del ruido; en cuanto a las empresas y los recursos a veces no son suficientes por tanto este tipo de instrumentos son caros y difíciles de adquirir, el gobierno debería plantear políticas que hagan que las personas usen silenciadores no solo de motos si no de aparatos eléctricos que puedan causar mucho ruido.
GRUPO 2 “LOS SIETE MÁS 1”	Las empresas buscan problemáticas y generan invenciones para evitar que la sociedad sufra estos problemas.	Consideramos que a veces los recursos no son suficientes ya que este tipo de herramientas son caras por lo que es más económico generar ruido que reemplazar una parte dañada, además hay que tener en cuenta que para otras cosas si hay recursos como los silenciadores de las armas o los que funcionan a nivel hidráulico para la minería, lo malo es que son actividades que traen consecuencias negativas para las personas, pero hoy en día estamos en un mundo que gira en torno de los intereses de los que tienen más que la población en general.
GRUPO 3 “LOS MAGNÍFICOS”	Las empresas venden productos defectuosos por ahorrarse dinero y pues la comunidad que los usa a veces prefiere no usarlos por el precio y su calidad.	si diéramos más recursos para la fabricación de aparatos o herramientas que ayudaran a la solución de problemas ambientales, muchos aspectos de la sociedad mejorarían, pero para ello hay que pensar en estrategias para que estos sean más económicos, de materiales que no afecten al ambiente y pues debería haber una legislación para su uso, así como información sobre él ya que en ocasiones ni sabemos que existen, pero para eso los medios de comunicación deberían aportar.
GRUPO 4 “SIEMPRE FRECUENCIA”	Las personas ni saben que existen este tipo de tecnologías que ayudan a evitar tanto ruido y a veces creen que no es necesario por eso apenas se dañan ni lo cambian para ahorrarse dinero.	Hoy en día, no hay orden las personas hacen lo que quieren y por ello se ve este tipo de problemas de contaminación auditiva, pero pese a eso las empresas y el gobierno no se empeñan en solucionar este tipo de problemas, solo en lo que les deje más dinero, como partes de motos caras y de mala calidad, de tal forma que se reemplacen muchas veces y genere más dinero para ellos.

Se puede observar en el antes y el después una mejoría en las actitudes y argumentos usados por los estudiantes, ya que inicialmente ellos solo tocaban aspectos económicos, ambientales y sociales y después se puede observar que relacionan con la situación controversial aspectos, tecnológicos (otros aparatos que usan silenciadores), sociales (cultura), ambientales (contaminación auditiva), económicos (costo de nuevas tecnologías), políticos (leyes de regulación), éticos (convivencia ciudadana) e incluso plantean la postura de los medios de comunicación frente a la controversia (los contenidos que difunden).

5. En el desarrollo CTSA del tema 5 “velocidad del sonido” se planteó inicialmente la siguiente situación controversial **Años atrás, el Concorde era una de las aeronaves de vuelos comerciales que superaba la velocidad del sonido. Esto traía la ventaja de realizar vuelos mucho más rápido que los aviones tradicionales, sin embargo, cuando el Concorde aterrizaba en los aeropuertos generaba un ruido muy fuerte que ocasionaba, entre otras cosas, el daño de las ventanas de las casas situadas muy cerca del aeropuerto ¿Cómo crees que afectara a nivel social la producción de aviones supersónicos?** Luego los estudiantes de manera grupal debieron dar una respuesta antes y después del experimento demostrativo, una socialización grupal y un espacio de complementación teórica, así como aclaraciones por parte del docente, lo anterior se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 5

TEMA 5: Velocidad del sonido		
GRUPOS	ANTES	DESPUÉS
GRUPO 1. “LA ONDA”	Consideramos que puede ser negativo ya que, podría generar altos daños en las casas además de los altos costos de fabricación.	Va a afectar en muchos aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Los vuelos de un lugar a otro serán más rápidos ayudando a la economía a la exportación e importación, así como al turismo. • Será un avance tecnológico que se podrá implementar en otras máquinas. • Hay que tener en cuenta que puede ser malo para el ambiente debido las ondas sónicas que se generan.
GRUPO 2 “LOS SIETE MÁS 1”	Puede ser bueno porque serian vuelos más rápidos, aunque genere daños en las casas cercanas.	En primer lugar, la economía mejorara por vuelos comerciales más rápidos, las personas podrán viajar a otros países, pero hay que tener en cuenta que esto puede ser más caro para las personas, pero podría hacer que los vuelos en otros aviones sean más económicos, hay que tener en cuenta que estos aviones se pueden usar para la guerra

		por lo cual podría ser negativo su desarrollo en masa.
GRUPO 3 “LOS MAGNÍFICOS”	Las personas podrían viajar más rápido de un sitio a otro aun que pueden ser vuelos mas caros.	El uso de aviones supersónico afectara: <ul style="list-style-type: none"> • A las personas por que podrán viajara más rápido en el mundo. • La economía porque estos aviones pueden ser caros en su fabricación, pero mediante ellos se ganará mucho dinero debido a vuelos comerciales más rápidos. • La política por que las naciones querrán esta tecnología para la guerra. • En la ciencia por que podría ayudar al desarrollo de nuevas tecnologías y estudios. • Para el medio ambiente puede ser negativo por los efectos de las ondas sonoras supersónicas en los animales y su comportamiento.
GRUPO 4 “SIEMPRE FRECUENCIA”	Pensamos que los vuelos supersónicos pueden hacer que las personas viajen más rápido, pero también hay que tener en cuenta los daños en las casas y si los aviones son seguros posiblemente puedan tener más accidentes.	Va a ayudar a la económica ya que los vuelos van a ser más rápidos, pero más caros por tanto las aerolíneas van a ganar más dinero, pero para la sociedad es negativo ya que estos vuelos serían muy costosos, también hay que tener en cuenta que las empresas ganarían por que la exportación e importación sería más rápida.

Se puede observar en el antes y el después una mejoría en las actitudes y argumentos usados por los estudiantes, ya que inicialmente ellos solo tocaban aspectos económicos, y sociales y después se puede observar que relacionan con la situación controversial aspectos, sociales (las relaciones interculturales), ambientales (el uso de materiales y la onda de choque), económicos (comercio más rápido), políticos (patentes sobre esta tecnología) , éticos (el uso bueno de esta tecnología) e incluso plantean el cómo este tipo de avances pueden ser usados de manera negativa en la guerra.

6. En el desarrollo CTSA del tema 6 “oído y audición” se planteó inicialmente la siguiente situación controversial para el desarrollo de un juego de roles **“El ruido que enloquece en las festividades de San Pedro”**. Previo a ello los estudiantes observaron un video ejemplo de un desfile de San Pedro en Neiva-Huila (**ver anexo 1.2.7**) Luego los estudiantes de manera grupal compartieron sus opiniones frente a la problemática mostrada y tuvieron un

espacio de complementación teórica, así como aclaraciones por parte del docente, lo anterior se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Respuestas dadas antes y después del desarrollo del tema 6

TEMA 6: Oído y audición		
GRUPOS	ANTES	DESPUÉS
GRUPO 1. “LA ONDA”	Consideramos que se genera contaminación auditiva que causa problemas de salud en las personas, pero también se genera empleo ya que algunos aprovechan para vender comidas, artesanías y aganar algo de dinero durante estas fiestas.	Hay varios sectores que se ven afectados por esta festividad, primero las personas enfermas, bebés y personas de 3 edad ya que este tipo de ruido puede generarles malestar debido a que son personas que requieren cuidados especiales, en cuanto a la comunidad en general esta contaminación puede generar dolor de cabeza, náuseas y según la intensidad hasta desmayo, esto puede afectar a la economía de algunas empresas como las de licores y comidas ya que estos eventos ayudan a que obtengan mayores ganancias.
GRUPO 2 “LOS SIETE MÁS 1”	Pensamos que este tipo de ruido es bueno ya que se da a nivel cultural además lo que se observa por lo general es música la mayor parte del tiempo.	Hay que tener en cuenta que todo el pueblo se va a ver beneficiado de este tipo de fiestas ya que serán mayores ingresos para el comercio y el turismo, aunque el desorden también genera peleas, problemas de movilidad y malestar para las personas que aún tienen que trabajar, otra cosa es que estos eventos son cultura y las personas aceptan este desorden ya que hace parte de cómo somos y nuestra historia.
GRUPO 3 “LOS MAGNÍFICOS”	Muchas veces este tipo de eventos son mal organizados y hay mucho ruido y desorden lo que genera peleas y mal ambiente, así como problemas entre la comunidad como robos o peleas.	Este tipo de eventos ayuda a la economía local, aunque genere contaminación auditiva a partir de los amplificadores, música, altavoces y aglomeración haciendo daño a nosotros mismos y al ambiente, además estas actividades son propicias para problemas como peleas, desacuerdos y robos, las personas nos olvidamos de nuestro rol cívico en sociedad y a veces nos entregamos a un desorden y una desconsideración con las personas que no quieren ser parte de estas fiestas.
GRUPO 4 “SIEMPRE FRECUENCIA”	El ruido que se da en los desfiles y estas fiestas solo genera desorden y algunos problemas de salud por la contaminación auditiva.	Pensamos que es bueno este tipo de fiestas por que ayudan a descansar, a cambiar de ambiente y aportan económicamente a un pueblo, también hay que tener en cuenta que son fiestas religiosas y muchas veces los

		padres no les gusta que se celebren con tanto desorden y problemas, pero hoy en día los mismo medios de comunicación se han encargado de mostrar estas fiestas más por el baile, eventos y fiestas olvidando algunos aspectos religiosos que también hacen parte de nuestra cultura y visión como sociedad.
--	--	---

Se puede observar en el antes y el después una mejoría en las actitudes y argumentos usados por los estudiantes ya que inicialmente ellos sólo tocaban aspectos sociales y económicos relacionados con las fiestas de San Pedro y después se puede observar que relacionan con la situación controversial aspectos tecnológicos (al hablar de los altavoces y parlantes), sociales (robos y peleas), ambientales (como los problemas de contaminación auditiva), económicos (al hablar de las ventas y el cómo el turismo aporta a dinero al pueblo), políticos (al identificar un el rol de la alcaldía en este tipo de fiestas), éticos (en cuanto al convivencia ciudadana), además plantean cómo los medios de comunicación venden este tipo de eventos muchas veces sin mostrar otros aspectos de la región.

6.3.2 Análisis cuantitativo CTSA

Para el análisis cuantitativo hay que aclarar que lo que se muestra es una relación de las valoraciones del curso en general que se asignaron en una de la matriz de evaluación (**ver anexo 2.1**) aplicada a cada estudiante luego de desarrollar los foros de discusión de las noticias controversiales, en donde se suma el número de calificativos (ingenuo, plausible o adecuado) por criterio, con el fin de identificar actitudes y argumentos CTSA a través del tiempo (el desarrollo de las seis noticias controversiales).

Tabla 9. Discusión del foro de la noticia controversial 1.

Matriz de evaluación 1 “importancia del sonido”				
	Calificativo			
Criterio	Ingenuo	Plausible	Adecuado	TOTAL
Ciencia	3	21	4	28
Tecnología	4	19	5	28
Sociedad	9	15	4	28
Ambiente	20	5	3	28
Ética	17	9	2	28
Economía	18	8	2	28
Política	21	6	1	28

Educación	14	10	4	28
Medios de comunicación	20	7	1	28
TOTAL	126	100	26	252

75% de los estudiantes presentan actitudes plausibles de ciencia, así como el 19% tiene ideas plausibles de tecnología frente a la importancia del sonido, pero además se muestra que el 75% tienen ideas ingenuas sobre política; el 71,42% tienen ideas ingenuas con el ambiente, y lo mismo sucede con los medios de comunicación. Otro aspecto a tener en cuenta es que este es el primer tema evaluado y a nivel general el 50% manejan una respuesta ingenua CTSA para la noticia controversial de la importancia del sonido.

Tabla 10. Discusión del foro de la noticia controversial 2.

Matriz de evaluación 2 “minas antipersona”				
	Calificativo			
Criterio	Ingenuo	Plausible	Adecuado	TOTAL
Ciencia	7	16	5	28
Tecnología	8	14	6	28
Sociedad	6	15	7	28
Ambiente	13	11	4	28
Ética	6	14	8	28
Economía	16	8	4	28
Política	6	14	8	28
Educación	18	4	6	28
Medios de comunicación	15	10	3	28
TOTAL	95	106	51	252

57,14% de los estudiantes presentan actitudes plausibles de ciencia frente a las minas antipersona, así como el 53,57% tiene ideas plausibles de sociedad, pero además se muestra que el 64,28% no relacionan la educación con este tema, sin embargo, a nivel general 42,06% maneja una respuesta plausible CTSA para la noticia controversial de las minas antipersona.

Tabla 11. Discusión del foro de la noticia controversial 3.

Matriz de evaluación 3 “resonancia y estructuras”				
	Calificativo			
Criterio	Ingenuo	Plausible	Adecuado	TOTAL
Ciencia	8	16	4	28
Tecnología	3	18	7	28

Sociedad	10	13	5	28
Ambiente	18	7	3	28
Ética	8	11	9	28
Economía	10	9	9	28
Política	14	8	6	28
Educación	8	12	8	28
Medios de comunicación	8	14	6	28
TOTAL	87	108	57	252

64,28% de los estudiantes presentan actitudes plausibles de tecnología frente a la resonancia y estructuras, lo mismo sucede con el 57,14% ciencia, pero además se muestra que el 64,28% no relacionan el ambiente con este tema, sin embargo, a nivel general 42,85% maneja una respuesta plausible CTSA para la noticia controversial resonancia y estructuras.

Tabla 12. Discusión del foro de la noticia controversial 4.

Matriz de evaluación 4 “silenciadores de automóviles”				
	Calificativo			
Criterio	Ingenuo	Plausible	Adecuado	TOTAL
Ciencia	9	13	6	28
Tecnología	8	12	8	28
Sociedad	14	8	6	28
Ambiente	8	11	9	28
Ética	9	8	11	28
Economía	6	12	10	28
Política	8	16	4	28
Educación	12	10	6	28
Medios de comunicación	11	12	5	28
TOTAL	85	102	65	252

57,14% de los estudiantes presentan actitudes plausibles de política frente a los silenciadores de automóviles, pero además se muestra que el 50% no relacionan la sociedad con este tema, sin embargo, a nivel general 40,47% maneja una respuesta plausible CTSA para la noticia controversial silenciadores de automóviles.

Tabla 13. Discusión del foro de la noticia controversial 5.

Matriz de evaluación tema 5: “vuelos supersónicos”	
	Calificativo

Criterio	Ingenuo	Plausible	Adecuado	TOTAL
Ciencia	6	14	8	28
Tecnología	7	9	12	28
Sociedad	6	8	14	28
Ambiente	11	9	8	28
Ética	9	12	7	28
Economía	2	14	12	28
Política	3	15	10	28
Educación	7	13	8	28
Medios de comunicación	8	14	6	28
TOTAL	59	108	85	252

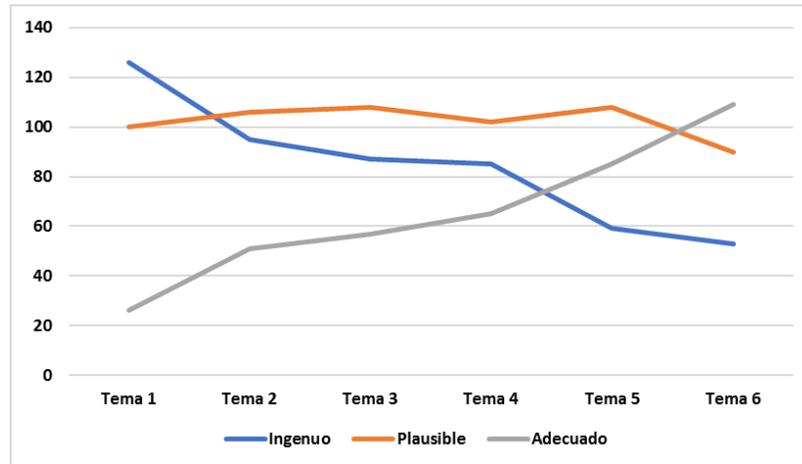
50% de los estudiantes presentan actitudes adecuadas de sociedad frente a los vuelos supersónicos, pero además se muestra que el 50% tienen ideas plausibles sobre política y el 39,28% no relacionan el ambiente con este tema, sin embargo, a nivel general 42,85% maneja una respuesta plausible CTSA para la noticia controversial vuelos supersónicos.

Tabla 14. Discusión del foro de la noticia controversial 6.

Matriz de evaluación 6 “el ruido que enloquece las calles”				
	Calificativo			
Criterio	Ingenuo	Plausible	Adecuado	TOTAL
Ciencia	6	9	13	28
Tecnología	1	13	14	28
Sociedad	3	8	17	28
Ambiente	4	9	15	28
Ética	2	7	19	28
Economía	7	15	6	28
Política	9	11	8	28
Educación	13	5	10	28
Medios de comunicación	8	13	7	28
TOTAL	53	90	109	252

69,85% de los estudiantes presentan actitudes adecuadas de ética frente a al ruido que enloquece las calles, y lo mismo sucede con el 60,71% con sociedad, pero además se muestra que el 53,57% tienen ideas plausibles y además el 46,42% tienen ideas que no relacionan la educación con este tema, sin embargo, a nivel general 43,25% maneja una respuesta adecuada CTSA para la noticia controversial el ruido que enloquece las calles.

Figura 12. Gráfico de comportamiento de las respuestas a través del tiempo



Según el análisis cuantitativo mostrado anteriormente se puede observar que tras la discusión de la primera noticia controversial, a nivel general, los estudiantes manejaban una respuesta ingenua CTSA, y además muy pocos estudiantes manejaban respuestas adecuadas para ese tema. Esto cambió a medida que se desarrollaron las demás noticias controversiales, ya que se puede evidenciar en la **figura 12** cómo las respuestas ingenuas decrecieron; de forma contraria se observa un crecimiento de las respuestas adecuadas; mientras que las plausibles se mantienen relativamente constantes hasta el final, donde a nivel general los estudiantes manejan una respuesta adecuada CTSA para aspectos como ciencia, tecnología, sociedad, ambiente, ética y muy pocos estudiantes manejan una respuesta ingenua para aspectos relacionados con la educación.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

Después de diseñar y aplicar la secuencia didáctica, que tenía como fin la enseñanza-aprendizaje de algunos fenómenos sonoros usando un enfoque de ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA), se identificó en los estudiantes por medio de las reflexiones y discusiones tanto de las situaciones como de las noticias controversiales, habilidades de argumentación, introspección, postura crítica y una visión holística que tienen gran importancia a la hora de tomar una decisión sobre aspectos tecno-científicos pertinentes a la actualidad y al contexto que los rodea.

Estas habilidades se lograron identificar mediante la discusión de preguntas, situaciones y noticias controversiales relacionadas con aspectos sobre la influencia del estudio científico del sonido en la sociedad; sin embargo, se determinó que a los estudiantes se les dificulta discutir sobre aspectos educativos y su relación con las controversias trabajadas, como se observó a lo largo del análisis de las noticias controversiales en donde el porcentaje de estudiantes con respuestas ingenuas siempre fue elevado a comparación de los otros aspectos CTSA.

Según los resultados de los test se evidenció la pertinencia de la secuencia didáctica y la enseñanza activa con experimentos demostrativos, así como el trabajo contextualizado a partir del uso del enfoque CTSA, ya que al poner en contexto los conceptos teóricos les permitió a los estudiantes se motivasen a conocer los fenómenos sonoros de una forma menos abstracta y sus implicaciones para la sociedad y el medio ambiente, lo anterior se evidencio al tratar ejemplos de la vida cotidiana en donde los estudiantes usaban en sus argumentos conceptos disciplinares como apoyo.

Otro aporte importante para el aprendizaje de las temáticas vistas en el desarrollo de la secuencia didáctica se debe al aprendizaje a través de una construcción social del conocimiento, ya que los estudiantes al trabajar en grupo se les dio la oportunidad de complementar, reorganizar y aclarar los conceptos vistos, lo anterior se pudo observar por medio del análisis cualitativo de la situaciones controversiales en donde se observa mejora en los argumentos usados después de las discusiones iniciales, los trabajos grupales y las socializaciones.

Usar el enfoque CTSA es una excelente experiencia que debe ser usada por los docentes que enseñan ciencias ya que permite el desarrollo de clases de una forma activa, donde el estudiante aprende a trabajar en equipo, ser responsables,

saber su papel en una determinada situación, adquirir roles de liderazgo, el saber escuchar, y respetar distintas posturas u opiniones de sus compañeros.

La enseñanza a partir de injertos CTSA no sólo aporta a desarrollar una cultura capaz de evaluar el impacto tecno-científico que puede traer para la sociedad y el ambiente, sino que además es una estrategia de motivación que permite enseñar temas de ciencias de forma más dinámica sin necesidad de cambiar el currículo en ciencias, tal como lo plantea ()

7.2 Recomendaciones

Inicialmente se hace una recomendación respecto al tiempo destinado para el desarrollo de cada actividad, ya que para poder obtener un trabajo satisfactorio con los estudiantes por sesión se recomienda la disponibilidad de entre dos a tres horas de clase, lo cual permite que se pueda desarrollar las discusiones controversiales, los experimentos demostrativos, las explicaciones, las aclaraciones y la lectura de las noticias controversiales.

Respecto al trabajo de los experimentos demostrativos se recomienda tener listo un montaje para cada grupo de trabajo, ya que mientras que algunos experimentos se pueden rotar y no afectan el tiempo ni la comprensión del tema, otros son más complicados de trabajar con muchas personas, lo cual genera dudas respecto al tema visto. Un ejemplo de ello es lo sucedido en el desarrollo del **tema 4 (ver análisis de resultados del pre-test y post-test)**.

En cuanto a la conformación de los grupos de trabajo lo ideal es que estos no se modifiquen en ningún punto de la investigación, ya que al no cambiarlos permite un mejor seguimiento de actitudes y argumentos CTSA y con ello se puede plantear y reflexionar una estrategia de mejora en caso de que la metodología o actividades no generen los resultados deseados en grupos específicos.

A. Anexo 1. Secuencia Didáctica

Anexo 1.1 Fotos Experimentos demostrativos

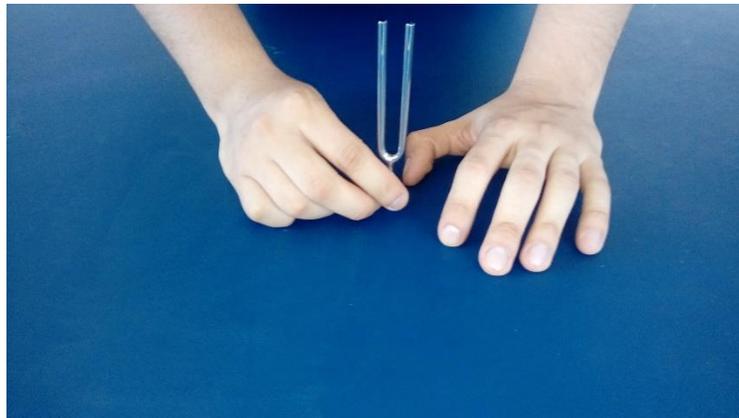
Anexo 1.1.1 Experimento demostrativo “El celular y la vela”



Anexo 1.1.2 Experimento demostrativo “el sonido que apaga la vela”



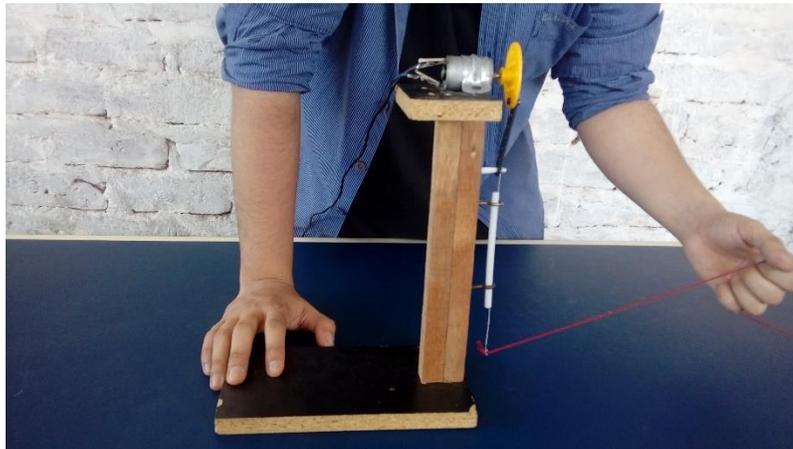
Anexo 1.1.3 Experimento demostrativo “diapasón”



Anexo 1.1.4 Experimento demostrativo “palitos resonantes”



Anexo 1.1.5 Experimento demostrativo “Cuerdas sonoras”



Anexo 1.1.6 Experimento demostrativo “tubos sonoros”



Anexo 1.1.7 Experimento demostrativo “proyección de ondas”



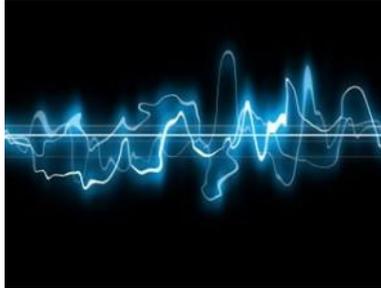
Anexo 1.1.8 Experimento demostrativo “velocidad del sonido”



Anexo 1.2 Noticias y videos

Anexo 1.2.1 Noticia controversial “importancia del sonido”

Importancia del Sonido para los seres humanos



En nuestra vida cotidiana, cientos de sonidos alcanzan nuestros oídos. Algunos nos producen placer, nos gustan, pero otros nos repelen y nos provocan malestar. A partir del oído, que es uno de nuestros cinco sentidos, somos capaces de percibir el sonido, que es un estímulo recibido por parte de nuestro cuerpo. Pero a su vez también estamos capacitados para generar sonido, no sólo a través de elementos o aparatos mecánicos o electrónicos, sino naturalmente, por ejemplo, con nuestra voz, a través de la puesta en funcionamiento de nuestras cuerdas vocales. Pero vamos al punto que nos interesa, ¿qué es el sonido y cómo se origina?

Dentro de la física, el sonido es un fenómeno que se produce a partir de la puesta en movimiento de ondas que son elásticas y que tienen la capacidad de propagarse, expandiendo el alcance de ese movimiento, que es una vibración, más allá de que sea audible o no. Esas ondas, al contacto con el aire, producen un sonido que es captado por el cerebro, siempre teniendo como intermediarios a los sentidos, como en este caso, el oído.

Nuestra voz es un perfecto ejemplo de esto, ya que es una fuente de vibración y que dicha vibración es producida por el movimiento de las cuerdas vocales, que permiten de ese modo generar sonido. Además, también los humanos somos capaces de generar sonido no sólo naturalmente sino también a partir de aparatos electrónicos como los instrumentos musicales o de manera artificial como por ejemplo si movemos en el aire un par de llaves.

Asimismo, del mismo modo que podemos efectuar sonido, también lo percibimos: como dijimos antes, mediante el oído, que es el sentido que se pone en acción al recibir desde el exterior un estímulo auditivo, es decir, que debe ser el oído quien actúe para que el cerebro pueda recibir el estímulo, y no ninguno de los demás sentidos. Al recibir el estímulo el cerebro, también luego es capaz de interpretarlo, por ejemplo: si escuchamos el ladrido de un perro por la noche en el patio de nuestra casa, podemos interpretar que hay alguna persona que se está acercando

o que está transitando por nuestro patio o también cuando escuchamos una canción determinada y esa canción nos evoca algún recuerdo de algún momento que para nosotros fue memorable.

El sonido se diferencia del ruido porque no produce un malestar o un daño, sino que se mantiene en el nivel que no es perjudicial para el oído.

Tomado de: La importancia del sonido.

Disponible en: <https://www.importancia.org/sonido.php>

Anexo 1.2.2 Noticia controversial “minas antipersonas”

Las Bacrim están instalando minas antipersonales



La Campaña Internacional para la Prohibición de las Minas Antipersonal (ICBL) publicó hace cinco meses el Land mine Monitor, que anualmente actualiza el ranking de los países más afectados por estos explosivos. Colombia, sorprendentemente, pasó de ser el segundo país con más víctimas, después de Afganistán, al sexto lugar. Esta noticia, que es resultado de las labores de desminado humanitario que el gobierno y las organizaciones civiles realizan, es alentadora para las comunidades afectadas.

Sin embargo, faltaba algo: un reconocimiento a las 11.500 víctimas que han dejado las minas. Una labor que el Centro Nacional de Memoria Histórica asumió hace dos años y que este miércoles rendirá frutos cuando se publique La guerra escondida. Minas Antipersonal y Remanentes Explosivos en Colombia, el primer informe histórico sobre esta problemática.

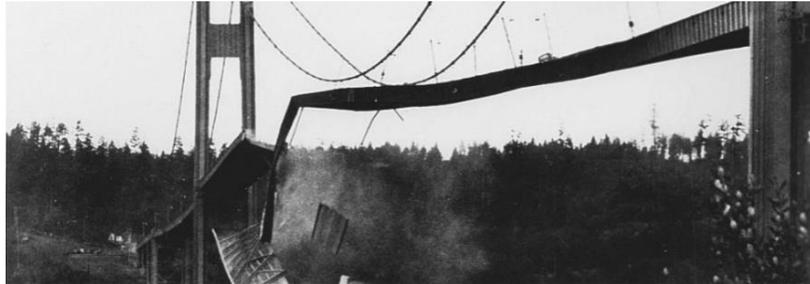
Semana hablo con un excombatiente que nos contó su experiencia:

José: siempre quise ayudar a mi país, protegerlo, pero no quería dejar a mi familia sola, por eso fui muy feliz cuando me asignaron la capital y sus alrededores, podía hacer lo que me gusta, pero estaría lejos de las zonas más peligrosas e incluso no estaría en riesgo de caer bajo una mina antipersona, pero lastimosamente es una

problemática que aqueja a todo el país. una tarde me asignaron junto a otros dos compañeros dar vuelta y vigilar algunas fincas cerca de Sibaté un corregimiento de Bogotá, creíamos que todo sería sencillo, un día más dije yo cuando uno de mis compañeros pisó una mina lo que provocó que explotara, inmediatamente fui empujado contra unos arbustos y se me rompieron los oídos pero mis compañeros fueron los más afectados quien la piso perdió su pierna y quedo en coma y el otro que aunque no estaba muy cerca y parecía que no le había pasado nada hasta luego de un rato que se desmayó luego de unas horas me comentaron que tenía heridas internas, fue muy doloroso, gracias a dios ya estoy bien pero mis compañeros aun luchan por mejorar debido a las secuelas de ese día, mi consejo es no confiarnos y estar atentos a nuestro alrededor, en donde nos metemos y ver la vida sin amarguras.

Tomado y modificado de: Las Bacrim están instalando minas antipersonales
Disponible en: <https://semana.com/Item/ArticleAsync/523088?nextId=523119>

Anexo 1.2.3 Noticia controversial “Resonancia en estructuras”



Resonancia Vs Estructuras

La resonancia mecánica es un fenómeno que se produce cuando un cuerpo capaz de vibrar es sometido a la acción de una fuerza periódica cuyo periodo de vibración coincide con el periodo de vibración característico de dicho cuerpo. En estas circunstancias el cuerpo vibra, aumentando de forma progresiva la amplitud del movimiento tras cada una de las actuaciones sucesivas de la fuerza. Este efecto puede ser destructivo en algunos materiales rígidos, como el vaso que se rompe cuando un tenor canta.

Este fenómeno es muy importante en la construcción de muchas estructuras, especialmente en la construcción de puentes colgantes.

En el año 2006, mientras se construía un puente sobre el río Tajo en la autovía de la Plata, la estructura metálica del futuro puente de Arcos de Alconétar comenzó a

cimbreado de manera espectacular. La estructura del puente entró en una especie de oscilación sin control. Finalmente, los ingenieros tomaron el control y solucionaron el problema. Dicha solución fue tunearlo (soldar unas solapas metálicas a lo largo de todo el arco, de manera que consiguieron 'engañar' al aire y que no se produjese el denominado 'efecto túnel de viento', que causaba la vibración excesiva).

El Puente del Milenio, un puente de suspensión lateral que une el distrito financiero de Londres con la zona de Bankside, al sur del río, abrió el 10 de junio del 2000, y miles de peatones se concentraron sobre él. Al principio, el puente estaba inmóvil, luego empezó a oscilar sólo ligeramente. El tambaleo se intensificó y de repente las personas se encontraron ladeándose a cada paso, izquierdo, derecho, en un sincronismo involuntario casi perfecto.

Los militares saben, desde hace mucho tiempo, que las tropas a paso de marcha pueden crear suficiente fuerza en sentido vertical para destruir un puente, y es normal para los soldados romper el paso al cruzarlos, pero el problema, en este caso, no es el mismo. Aquí, el movimiento era lateral, y nadie estaba intentando caminar a paso de marcha; las personas acomodaron sus pasos al movimiento del puente bajo sus pies.

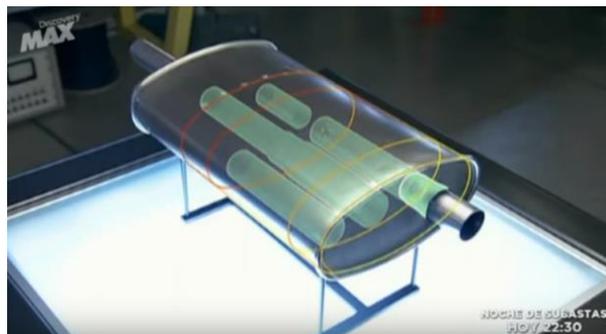
Desde el comienzo, el puente tenía dos factores en su contra: era por diseño una estructura flexible, y su frecuencia natural de resonancia está cerca de la del paso humano. Por eso sólo se necesitaba un gentío relativamente pequeño para disparar el bamboleo. El Puente del Milenio volvió a abrir en el 2002, después de que los ingenieros lo ajustaran con 91 amortiguadores para absorber las oscilaciones laterales y verticales.

Tomado y modificado de: Resonancia Vs estructuras

Disponible en: <http://cceeirene.blogspot.com.co/2012/03/resonancia-vs-estructuras.html>

Anexo 1.2.4 video “silenciadores”

¿Cómo funciona? <https://www.youtube.com/watch?v=FNQ0vFsZAPk>



Anexo 1.2.5 Noticia controversial “Regresaran los vuelos supersónicos”

¿Regresarán los vuelos supersónicos?



Hace años existía el Concorde, un avión supersónico, que podía volar más rápido que la velocidad del sonido (que es de 300 m/seg.), y que, por ende, podía llevar a sus pasajeros en muchas menos horas que los aviones tradicionales. Ahora una empresa llamada Boom-Supersonic, con sede en Colorado, parece estar cerca de hacer que estos vuelos regresen. Han logrado captar unos 33 millones de dólares para construir y volar su primer jet supersónico, el XB-1.

Esta aeronave está planeada para volar de Nueva York a Londres en unas 3 horas. El precio sugerido de un viaje de esta naturaleza está tasado en 2,500 dólares por pasajero sin importar la dirección en la que se vuela. Los vuelos trasatlánticos hacen estos recorridos en el doble de tiempo, en el mejor de los casos.

“Estamos tratando de construir una línea supersónica que sea viable económicamente, al contrario de lo que pasó con el Concorde”, indica el ingeniero de Boom, Kenrick Waithe. Con los fondos de los inversionistas Boom podrá ser capaz de poner este concepto a prueba, así como la tecnología necesaria para lograr esto.

“Estos fondos son para nuestro primer avión, para todos los vuelos de prueba”, dice el fundador de Boom, Blake Scholl.

“Ahora que tenemos todas las piezas que necesitamos: tecnología, capital y gente que nos provea de los materiales que requerimos, podremos hacer algo de historia y romper algunos récords de velocidad”.

Scholl dice que el primer vuelo está a un año de distancia, aproximadamente. Añadió que VirginGalactic es uno de sus primeros clientes que ya se quieren subir al avión supersónico.

Así pues, en el futuro bien podría ser más rápido volar de Nueva York a Londres que conducir un auto desde la “Gran Manzana” a Washington DC.

Tomado de: Regresaran los vuelos supersónicos

Disponible en: <https://www.unocero.com/2017/03/30/regresaran-los-vuelos-supersonicos/>

Anexo 1.2.6 Noticia controversial “el ruido que enloquece a las calles”

El ruido que enloquece en las calles

Una cosa es el sonido y otra el ruido. El primero es agradable al oído porque casi siempre corresponde a un acorde musical. El segundo afecta el órgano del oído y produce tal estrés en la persona que la puede llevar a la desesperación, al desgano sexual y hasta el suicidio.

Estos trastornos psicosomáticos son a los que se están enfrentando muchos pereiranos ya que el ruido en algunos lugares y especialmente en el centro de la ciudad, se ha disparado y al parecer sin mucho control. Antes era solo el desorden en la calle causado por las ventas ambulantes y los obstáculos que encontraba el peatón para utilizar los andenes y desplazarse libremente. Ahora con este nuevo ingrediente todos caminan como si estuvieran desorientados y buscando atajos para evadir una y otra cosa.



El ruido de los centros urbanos se mide por decibeles y si pasa de los 115 daña el oído porque lo que se produce es una contaminación acústica de tal magnitud que no hay quien responda porque nadie puede escuchar.

A tal grado de contaminación acústica se ha llegado el centro de Pereira que propios y visitantes se ven obligados a desplazarse entre una jungla de sonidos como consecuencia de una tendencia que va en aumento y cada vez más frecuente de ponerle música y megáfono tanto al almacén como a las ventas informales y a los tenderetes de las aceras.

Pero son más: los que ofrecen tomates y verduras en carretas de madera, los disfrazados de profetas que anuncian el fin de los tiempos y los que venden refrescos en los días de más calor, también sacan el megáfono y no hay que olvidar a los que venden mazamorra en pleno centro.

El afán de anunciar al consumidor los productos que tiene el comercio formal como el informal, en vez de atraer compradores los aleja porque cualquiera se descontrola con tanta bulla, y así el efecto resulta ser el contrario porque la persona cuerda opta por huir, aplazar las compras o visitar los centros comerciales donde se sabe respetar a la clientela con el silencio.

Tanta “megafoniadera” en tiendas y almacenes no hace más que desmentir una recuperación de las ventas, pues cuando estas se disparan no hay que llamar de manera tan disonante a ningún comprador.

Y si es necesario para eso están las agencias de publicidad y los medios de comunicación, siendo los más efectivos la prensa y la radio.

La contaminación acústica es uno de los problemas que tiene la sociedad moderna con un gran impacto sobre la salud de las personas que la padecen. En las ciudades, tanto grandes como pequeñas, este problema está muy presente en casi todos los lugares agudizándose en las zonas de tráfico intenso o las zonas llamadas ‘rosa’.

Efectos sobre la salud

La gran mayoría de la población desconoce los efectos que puede tener el ruido sobre la salud y su grado de influencia en ciertas enfermedades, sobre todo las de tipo cardiovascular.

- **Trauma acústico.** Se produce por un ruido muy intenso que puede superar los 140 dB y de corta duración, como puede ser una explosión. Los síntomas principales son pérdida auditiva permanente en todas las frecuencias, desde las agudas hasta las graves, y la elevación del umbral auditivo que puede ser temporal o permanente.

- **Elevación del umbral auditivo.** Implica que para escuchar los sonidos es necesario que sean más intensos que el promedio habitual. Por ejemplo, cuando hay que elevar la voz para que una persona escuche, esta persona tiene el umbral auditivo más alto. Además, de por un trauma acústico, la elevación del umbral auditivo puede deberse a la exposición prolongada a ruidos de intensidad moderada o alta, de más de 80 decibelios. Esto puede ser especialmente importante para trabajadores de discotecas, bares o recintos industriales.

- **Trastornos no auditivos causados por la contaminación acústica.** Los trastornos no auditivos ocasionados por el ruido generado por la contaminación acústica no son tan fácilmente deducibles ya que dependen de la intensidad del ruido y del tiempo de exposición. Se pueden clasificar como efectos psicológicos, físicos y sociales de la contaminación acústica.

Problemas psicológicos por ruido:

Estrés, Insomnio, Irritabilidad, Síntomas depresivos, Falta de concentración, Menor rendimiento en el trabajo, Tendencia a actitudes agresivas y Falta de deseo sexual.

Tomado de: El ruido que enloquece las calles

Disponible en: <http://www.eldiario.com.co/seccion/PAGINA+VERDE/el-ruido-que-enloquece-en-las-calles1703.html>

Anexo 1.2.7 Video “El ruido que enloquece las fiestas de San Pedro”

Fiestas de San Pedro 2015 Colombia, Huila, Neiva:

<https://www.youtube.com/watch?v=FRkDhfdj47U&t=823s>



B. Anexo 2. Matriz de evaluación y Test Validado por expertos

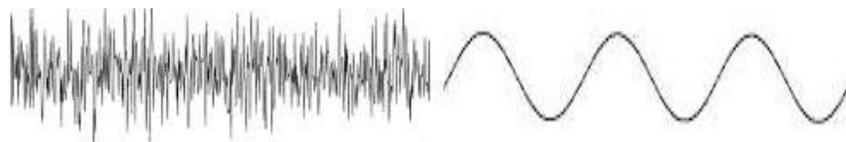
Anexo 2.1 Matriz de evaluación

Matriz de evaluación situación controversial:			
Nombre del estudiante:			
Criterio	Calificativo		
	Ingenuo	Plausible	Adecuado
Ciencia			
Tecnología			
Sociedad			
Ambiente			
Ética			
Economía			
Política			
Educación			
Medios de comunicación			

Anexo 2.2 Test sin modificaciones

CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS “SONIDO”

1. a continuación, se muestra una onda de ruido y una de sonido



Onda de ruido

Onda de sonido

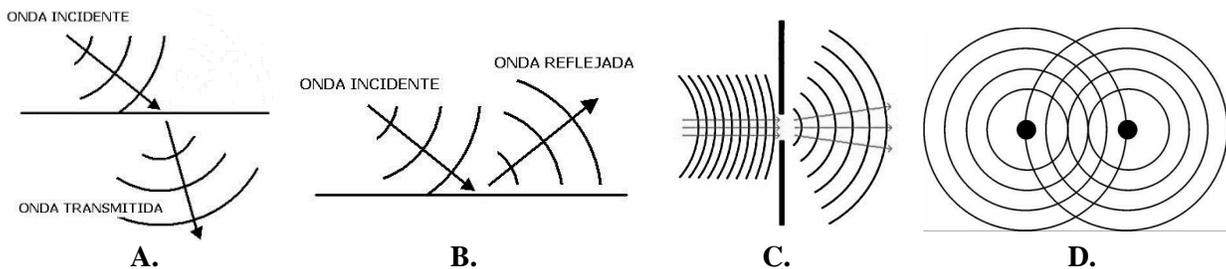
Según las ilustraciones anteriores, la onda que representa a un sonido se distingue de la de un ruido porque

- A. es de amplitud discontinua
- B. no necesita de un medio para propagarse
- C. es periódica
- D. su amplitud siempre es muy pequeña

Respuesta: C

Esta pregunta busca identificar las diferencias en el modelo de onda de ruido y sonido.

2. las imágenes que aparecen a continuación representan fenómenos ondulatorios cuál de ellas representa mejor el fenómeno del eco

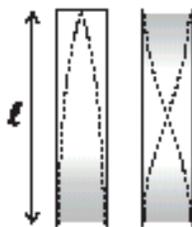


Respuesta: B

Esta pregunta busca identificar comprensión del eco como una onda reflejada.

RESPONDA LAS PREGUNTAS 3 Y 4 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

En la figura se muestran gráficamente el primer armónico que se produce en un tubo abierto y uno cerrado de la misma longitud R . La región sombreada representa la mayor densidad de moléculas de aire.



3. En esta situación, la longitud del tubo cerrado y abierto en términos de su correspondiente longitud de onda respectivamente es:

- A. $\lambda/4$ y $\lambda/2$
- B. 2λ y $\lambda/2$
- C. λ y $\lambda/2$
- D. λ y 2λ

Respuesta: A

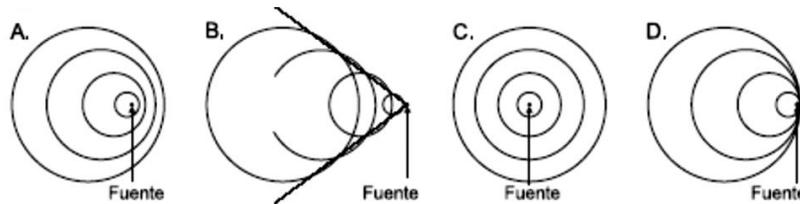
4. Al aumentar la longitud de los tubos de la situación anterior en la misma proporción, se cumple que:

- A. la frecuencia del tubo abierto disminuye mientras la del cerrado aumenta
- B. la frecuencia del tubo abierto aumenta mientras la del cerrado disminuye
- C. las frecuencias de los dos tubos aumentan
- D. las frecuencias de los dos tubos disminuyen

Respuesta: D

Las preguntas 3 y 4 buscan identificar comprensión sobre los armónicos en tubos abiertos y cerrados y su relación con la frecuencia

5. Cuando una fuente sonora se mueve con una velocidad mayor que la velocidad de propagación del sonido en el medio se genera una onda de choque, que se escucha como una explosión, porque las crestas de varias ondas se superponen. De las siguientes figuras ¿cuál podría ilustrar una onda de choque?



Respuesta: B

Busca identificar la comprensión del comportamiento de un frente de onda cuando la fuente generadora supera la velocidad del sonido.

6. Un parlante emite a una frecuencia fija dada. Es correcto afirmar que un observador escuchará un sonido:

- A. de mayor frecuencia si el observador o el parlante se mueve (n) acercándose entre sí
- B. de menor frecuencia si el observador se aleja o si el parlante se acerca
- C. de menor frecuencia si el parlante se acerca y el observador se acerca
- D. de mayor frecuencia si el parlante o el observador se alejan entre sí

Respuesta: A

Busca identificar entendimiento del efecto Doppler.

RESPONDA LAS PREGUNTAS DE LA 7 A LA 9 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

En el extremo izquierdo de un tubo abierto, un pistón se mueve con movimiento armónico simple. El siguiente diagrama corresponde a nueve estados consecutivos del sistema en los tiempos indicados. En cada imagen la flecha señala la posición de la "cresta" de la onda generada y el punto representa la posición de una molécula de gas que en $t = 0$ segundos está en su posición de equilibrio.

7. La velocidad de la onda es

- A. 1cm/s
- B. 20 cm/s
- C. 0,2 cm/s
- D. 2 cm/s

Respuesta: B

8. Si T es el periodo de la onda, el intervalo de tiempo entre dos imágenes sucesivas de la gráfica corresponde a

- A. $T/2$
- B. T
- C. $T/4$
- D. $T/8$

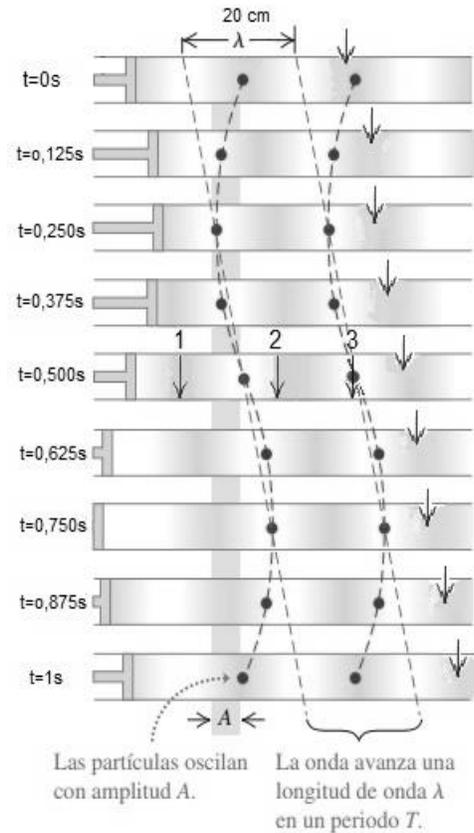
Respuesta: D

9. En la imagen que corresponde a $t = 0,500s$ las regiones que se encuentran a mínima y máxima presión son, respectivamente

- A. 1 y 3
- B. 3 y 1
- C. 3 y 2
- D. 1 y 2

Respuesta: B

Las preguntas 7, 8 y 9 buscan identificar comprensión sobre las características de una onda longitudinal (longitud de onda, periodo y velocidad de la onda).



10. El sonido se considera como una onda, tal como se muestra en la siguiente imagen.



Cuál imagen representaría una mayor intensidad respecto a la onda mostrada anteriormente.

- A.
- B.
- C.
- D.

Respuesta: C

Reconocer que la intensidad es lo mismo que la amplitud de una onda.

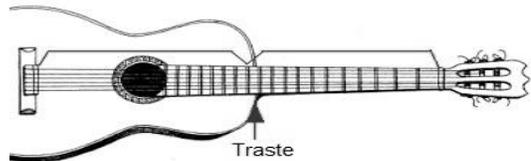
11. En el momento que un avión pasa por encima de unas casas, los vidrios de las ventanas comienzan a vibrar debido al fenómeno de:

- A. Armonía
- B. Resonancia
- C. Adherencia
- D. Tensión

Respuesta: B

Reconocer en una situación cotidiana el fenómeno de resonancia.

12. un guitarrista pulsa una de las cuerdas en un traste (particiones que hay en el diapasón de una guitarra) y se produce un sonido de baja frecuencia, nuevamente pulsa la cuerda y se obtiene un sonido de mayor frecuencia. En esta situación podemos afirmar que el guitarrista.



- A. pulsó la cuerda con mayor fuerza
- B. cambió de traste para acortar la longitud de la cuerda
- C. pulso la cuerda con menor fuerza
- D. Cambió de traste para alargar la longitud de la cuerda

Respuesta: A

Identificar la relación entre la longitud de una cuerda y su frecuencia

13. En qué consiste el ruido

- A. un sonido confuso que suele causar una sensación auditiva agradable
- B. un sonido claro que suele causar una sensación auditiva desagradable
- C. un sonido confuso que suele causar una sensación auditiva desagradable
- D. un sonido claro que suele causar una sensación auditiva desagradable

Respuesta: C

Identificar las cualidades perceptibles del ruido

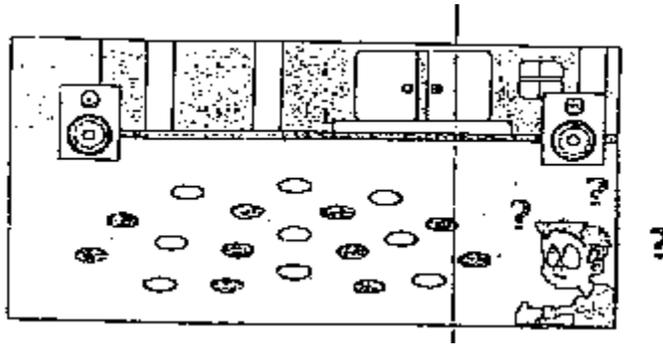
14. efectos del ruido en un organismo

- A. Desorientación, dolor de cabeza, mareo
- B. Calma, arritmias, aceleración del organismo
- C. Dolor de ojos, intoxicación, cáncer
- D. Ningún tipo de efecto

Respuesta: A

Identificar las consecuencias en la salud que produce el ruido

15. por qué los perros escuchan sonidos de más alta frecuencia que los humanos no podemos oír.



- A. porque el tímpano del ser humano es muy pequeño y no resuena con sonidos agudos.
- B. porque las cadenas de huesecillos del oído de los seres humanos se especializan en intensidades de sonido altas.
- C. porque el tímpano del oído de los perros está más adaptado para captar tonos más altos
- D. porque las cadenas de huesecillos protegidos por el tímpano en los odios del perro son más grandes y resuenan con sonidos más agudos debido a su tamaño.

Respuesta: D

Identificar la relación entre un material (en cuanto a la masa) y la frecuencia

16. un estudiante camina por el frente de dos parlantes ubicados afuera de la emisora del colegio. Dentro de la emisora la profesora de física toca la nota “do”, en un clarinete para ayudar al profesor de música a afinar algunos instrumentos musicales. El estudiante noto que hay lugares en donde el sonido del clarinete se escucha más fuerte mientras que en otros no, y los marca como se muestra en la siguiente figura.

Si el estudiante le pregunta a la profesora la razón por la cual en los puntos negros el sonido se escucha más fuerte que en los blancos, ¿Cuál de las siguientes argumentaciones debe darle la profesora al estudiante?

- A. Porque las ondas de sonido interfieren constructivamente en los puntos negros, y en los puntos blancos se reflejan.
- B. Porque las ondas de sonido interfieren constructivamente y destructivamente en todos los puntos, pero en los blancos las ondas se refractan.
- C. Porque las ondas de sonido interfieren constructivamente en los puntos negros, y destructivamente, en los puntos blancos.
- D. Porque las ondas de sonido interfieren destructivamente en los puntos blancos y negros, pero los negros se reflejan y se refractan.

Respuesta: C

Reconocer una interferencia destructiva a partir de un fenómeno cotidiano

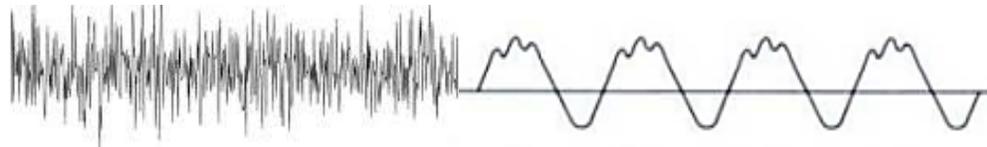
Anexo 2.3 Test validado

CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS CARACTERÍSTICAS DEL SONIDO

1. Desde el punto de vista de la Física, que entiende por sonido

2. En los fenómenos ondulatorios se pueden concebir dos tipos de ondas, una longitudinal y otra transversal. Explique cada una de ellas y de un ejemplo en la vida cotidiana en dónde se puede apreciar.

3. En un afinador digital se registra los siguientes patrones de onda



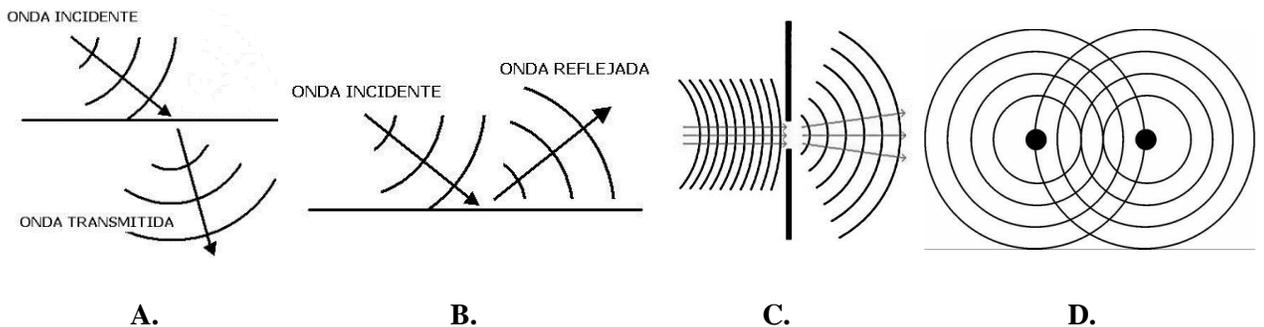
Patrón de grupo principiante

Patrón del instructor

El primer patrón proviene de un grupo de estudiantes que intenta aprender a tocar flauta dulce y el segundo patrón pertenece a su instructor quien realiza una presentación de apertura del curso. Según las ilustraciones anteriores, el patrón de onda del grupo principiante se distingue del patrón del instructor:

- A. es de amplitud discontinua
- B. no necesita de un medio para propagarse
- C. es periódica
- D. su amplitud siempre es muy pequeña

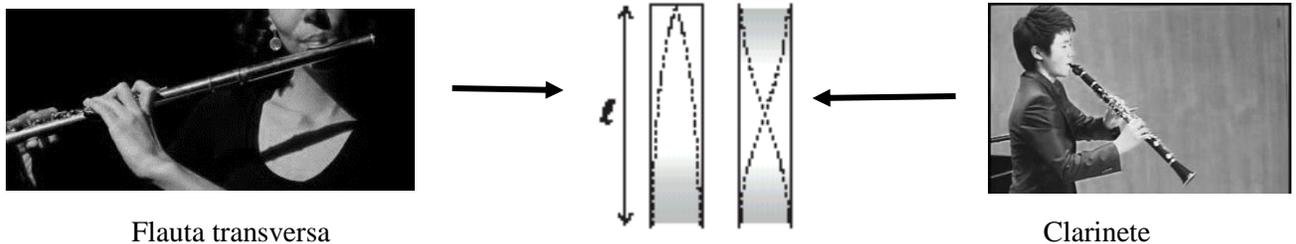
4. las imágenes que aparecen a continuación representan fenómenos ondulatorios. ¿cuál de ellas representa mejor el fenómeno del eco?



RESPONDA LAS PREGUNTAS 5 Y 6 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

En la sinfónica juvenil de Neiva encontramos principalmente instrumentos de viento (clarinete flauta traversa, trompeta y saxofón), sin embargo, cada instrumento emite un sonido que lo hace único debido a ciertas características como su forma cilíndrica. Por ejemplo, al encontrarnos con la flauta traversa podemos observar que es un tubo metálico cerrado por un extremo con una longitud de 67cm aproximadamente, sin embargo, el clarinete también es metálico y tiene la misma longitud, pero se diferencia en que sus extremos son abiertos.

En la figura se muestran gráficamente el primer armónico que se produce en un clarinete (tubo abierto) y en una flauta traversa (tubo cerrado) de la misma longitud L . La región sombreada representa la mayor densidad de moléculas de aire.



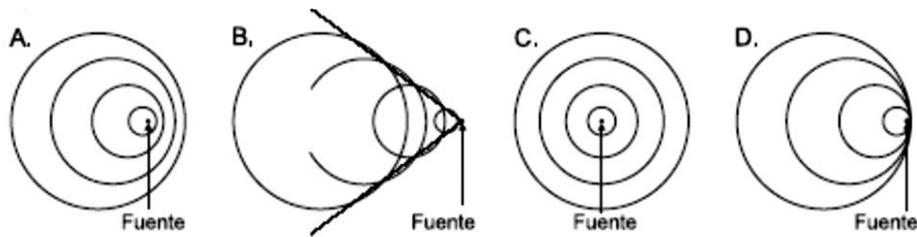
5. En esta situación, la longitud del tubo cerrado y abierto, en términos de su correspondiente longitud de onda (λ) respectivamente es:

- A. $\lambda/4$ y $\lambda/2$
- B. 2λ y $\lambda/2$
- C. λ y $\lambda/2$
- D. λ y 2λ

6. Al aumentar la longitud de los tubos de la situación anterior en la misma proporción, se cumple que:

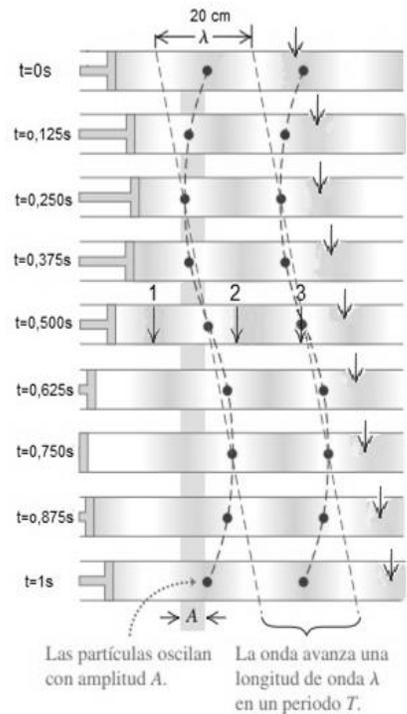
- A. la frecuencia del tubo abierto disminuye mientras la del cerrado aumenta
- B. la frecuencia del tubo abierto aumenta mientras la del cerrado disminuye
- C. las frecuencias de los dos tubos aumentan
- D. las frecuencias de los dos tubos disminuyen

7. Cuando una fuente sonora se mueve con una velocidad mayor que la velocidad de propagación del sonido en el medio se genera una onda de choque, que se escucha como una explosión, porque las crestas de varias ondas se superponen. De las siguientes figuras ¿cuál podría ilustrar una onda de choque?



RESPONDA LAS PREGUNTAS DE LA 8 A LA 10 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

En el extremo izquierdo de un tubo abierto, un pistón se mueve con movimiento armónico simple. El siguiente diagrama corresponde a nueve estados consecutivos del sistema en los tiempos indicados. En cada imagen la flecha señala la posición de la "cresta" de la onda generada y el punto representa la posición de una molécula de gas que en $t = 0$ segundos está en su posición de equilibrio.



8. La velocidad de la onda es

- A. 1cm/s
- B. 20 cm/s
- C. 0,2 cm/s
- D. 2 cm/s

9. Si T es el periodo de la onda, el intervalo de tiempo entre dos imágenes sucesivas de la gráfica corresponde a

- A. $T/2$
- B. T
- C. $T/4$
- D. $T/8$

10. En la imagen que corresponde a $t = 0,500s$ las regiones que se encuentran a mínima y máxima presión son, respectivamente

- A. 1 y 3
- B. 3 y 1
- C. 3 y 2
- D. 1 y 2

11. El sonido se considera como una onda, tal como se muestra en la siguiente imagen.

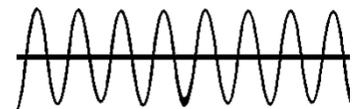


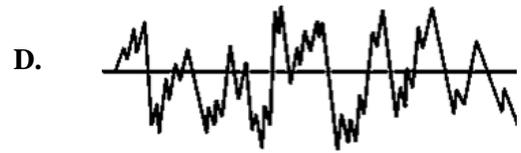
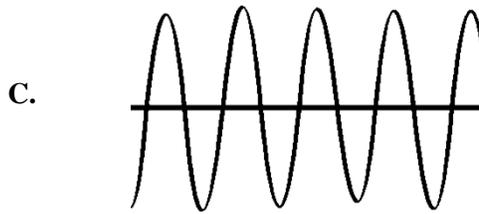
Cuál imagen representaría una mayor intensidad respecto a la onda mostrada anteriormente.

A.



B.

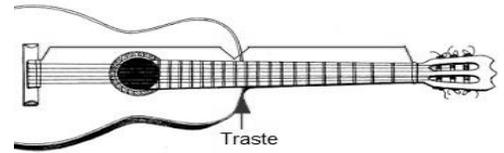




12. En el momento que un avión pasa por encima de unas casas, los vidrios de las ventanas comienzan a vibrar debido al fenómeno de:

- A. Armonía
- B. Resonancia
- C. Adherencia
- D. Tensión

13. un guitarrista pulsa una de las cuerdas en un traste (particiones que hay en el diapasón de una guitarra) y se produce un sonido de baja frecuencia, nuevamente pulsa la cuerda y se obtiene un sonido de mayor frecuencia. En esta situación podemos afirmar que el guitarrista



- A. pulsó la cuerda con mayor fuerza
- B. cambió de traste para acortar la longitud de la cuerda
- C. pulso la cuerda con menor fuerza
- D. cambió de traste para alargar la longitud de la cuerda

14. Jorge sale de su colegio al medio día y debe tomar el autobús para ir a su casa, pero para ello debe pasar por una autopista, Zona en la cual se expone a distintos estímulos auditivos por la cantidad de vehículos y personas movilizándose a esa hora a sus hogares, podría decirse que estos estímulos auditivos corresponden a:

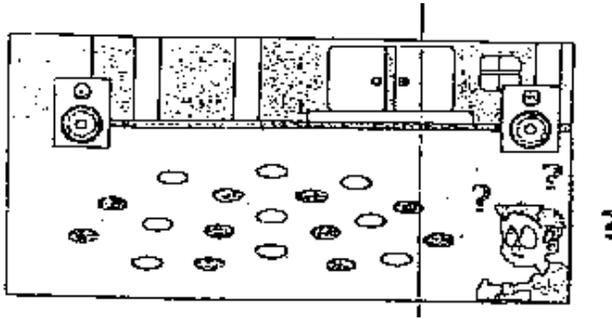
- A. un sonido confuso que causa una sensación auditiva agradable
- B. un sonido claro que causa una sensación auditiva desagradable
- C. un ruido el cual es confuso y causa una sensación auditiva desagradable
- D. un ruido claro que causa una sensación auditiva desagradable

15. A Karla le encanta disfrutar de los desfiles de San Pedro en Neiva y su amiga Karen la invito al desfile nocturno de inauguración, una vez en el lugar. Karla se comenzó a sentir mal por la cantidad de ruido generado por la combinación de música, pitos, voces y gritos de la aglomeración. ¿cuáles crees que pueden ser los efectos del ruido en el organismo de Karla para que se sintiera mal?

- A. Desorientación, dolor de cabeza, mareo, nauseas
- B. Dolor de articulaciones, arritmias, aceleración del organismo
- C. Dolor de ojos, intoxicación, cáncer
- D. El ruido no tiene nada que ver en el organismo de Karla

16. Un estudiante camina por el frente de dos parlantes ubicados afuera de la emisora del colegio. Dentro de la emisora la profesora de física toca la nota “do”, en un clarinete para ayudar al profesor de música a afinar algunos instrumentos musicales. El estudiante notó que

hay lugares en donde el sonido del clarinete se escucha más fuerte mientras que en otros no, y los marca como se muestra en la siguiente figura.



Si el estudiante le pregunta a la profesora la razón por la cual en los puntos negros el sonido se escucha más fuerte que en los blancos, ¿Cuál de las siguientes argumentaciones debe darle la profesora al estudiante?

- A. Porque las ondas de sonido interfieren constructivamente en los puntos negros, y en los puntos blancos se reflejan.
- B. Porque las ondas de sonido interfieren constructivamente y destructivamente en todos los puntos, pero en los blancos las ondas se refractan.
- C. Porque las ondas de sonido interfieren constructivamente en los puntos negros, y destructivamente, en los puntos blancos.
- D. Porque las ondas de sonido interfieren destructivamente en los puntos blancos y negros, pero los negros se reflejan y se refractan.

C. Anexo 3. Resultados pre-test y pos-test

	NOMBRE	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		TOTAL			
		Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	Pret	Post	PRET	POST				
1	Wilfran Ferney Aquino	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	3	15		
2	Adriana Fernanda Olave	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	7	16	
3	Dayana Alejandra Potosi	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	7	14		
4	Yurany Pillinicue Tunja	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	3	13		
5	Maira Leandra Salas	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	5	13	
6	Kelly Yurit Mina	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	5	13	
7	Anyi Paola Lemus	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	6	10	
8	Robinson Cuchimba	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	6	12	
9	Camila Quibano	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	6	12	
10	Yudy Quibano	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	6	13	
11	Mercedes Yonda	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	6	14	
12	Karina Pillinicue	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	4	12		
13	Camilo Castillo	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3	12	
14	Emerson Chantre	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	7	14	
15	Sergio Chantre	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	3	11		
16	Andrea Gogo	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	7	12	
17	Andrea Sanchez Baltazar	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	6	14	
18	Eduardo Plazas Cabrera	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	5	14	
19	Zully Liz Ramoz	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	4	13		
20	Natalia Estefania Pardo Sanchez	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	2	14
21	Yeila Yausury titimbo Perdomo	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	4	14		
22	Maryi Vaneza Perez Garcia	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	4	14
23	Tania Shirley Valencia	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	6	13	
24	Natalia Leon Naranjo	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	5	15
25	Ernesto Yonda	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	6	12	
26	Flor Adelaida	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	14
27	Emerson Chacue	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	3	15
28	Edinson Apio	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	4	15	
	TOTAL	8	19	6	19	4	26	6	25	12	26	0	18	14	23	12	26	4	25	1	20	9	22	19	28	6	25	20	27	16	26	5	18	142	373		

8. Bibliografía

1. Academia de Física, (2017). Manual de prácticas de laboratorio de Física 2. Universidad de Colima, dirección general de educación media superior.
2. Albonia, L. (2009). Educación y diversidad, Metas educativas 2021. OEI (consultado el 04/03/2017) <http://www.oei.es/historico/metas2021/forodocentes.htm>.
3. Acevedo, J. A. (1996). "La tecnología en las relaciones CTS, Una aproximación al tema", en: Enseñanza de las Ciencias, 14, p.p. 35-44.
4. Aristizábal, A. y Restrepo, A. (2011). *Física para ingenieros*, Escuela de física, universidad nacional, Medellín Colombia.
5. Alzate, H. (2006). *Física de ondas*. Facultad de ciencias exactas y naturales, instituto de física. Medellín – Antioquia.
6. Braslavsky, Cecilia. (2002). "Desarrollo de propuestas de formación docente continua e inicial". Ponencia presentada en el Simposio Internacional sobre Formación Continua del Docente, Lima, Perú.
7. Bernal C. A. (2010), Metodología de la Investigación. Pearson Educación, Tercera edición, Colombia, p. 146.
8. Bazzo, W., Ciência, tecnologia e sociedade, E o contexto da educação tecnológica, Florianópolis, Editora DA UFSC, 1998.
9. Bretones, T. (1996). Concepciones y prácticas de participación en el aula según estudiantes del magisterio. Madrid, Tesis doctoral – centro de formación del profesorado.
10. Burbano, S. Burbano, E. y Gracia, C. (2003). Física General 3 edición, tubos sonoros y cuerdas sonoras, editorial tebar, pág. 391.
11. Cidead, (2009). Centro para la Innovación y Desarrollo de la Educación a Distancia. http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/4quincena11/4q11_index.htm. (consultado el 05/03/2017).
12. Corral, Y. (2008). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. Facultad de Ciencias

Económicas Y Sociales Universidad de Carabobo Valencia Estado Carabobo Venezuela.

13. Cromer, A. (1996). Física para las ciencias de la vida. Reverte, edición ilustrada, pág. 306-307.
14. CDS, Te explicamos que es la resonancia. (2015) Cínicos de Siempre. <http://cinicosdesinope.com/ciencias/que-es-la-resonancia-del-sonido/>. (consulta 25/04/2017)
15. España, E., Prieto, T. y González, F.J. (2004). Juego de rol sobre los alimentos transgénicos. Un recurso didáctico CTS. Braga. Edita: Universidade de Aveiro, 301-304.
16. Eison J. (2010). Using Active Learning Instructional Strategies to Create Excitement and Enhance Learning. *Research in Science Teaching*, 11(2), 81-94.
17. Elejalde, M. Franco, A. Janariz, J y Macho, E. (2003) Curso de acústica “la voz” <http://www.ehu.es/acustica/espanol/musica/vohues/vohues.html>. (consulta 12/03/2017)
18. Faust, J. L., & Paulson, D. R. (1998). Active learning in the college classroom. *Journal on Excellence in College Teaching*, 9 (2), 3-24.
19. French, A.P. (1971). *Vibrations and Waves* (M.I.T. Introductory physics series). Nelson Thornes.
20. Farreras, P. y Rozman, C. (1995). *Medicina interna*. Mosby-doyma libros. Madrid.
21. Gamow, G. (1960). *Historia de la física*. Universidad de colorado. Editorial salvad.
22. García, X., García, I y García, J (2005). Los efectos de la contaminación acústica en la salud: conceptualizaciones del alumnado de Enseñanza Secundaria Obligatoria de Valencia, Universidad de Valencia, España.
23. González, M., López, J., Lujan, J. Martín, M. y Osorio, C. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.

24. Gonzales, H. (2009). Rol docente "el maestro motiva o desmotiva en sus clases "Metas educativas 2021. OEI:(consultado el 12/03/2017) <http://www.oei.es/historico/metas2021/forodocentes.htm>.
25. Hackathorna J., Solomonb E. D., Blankmeyerb K. L., Tennialb R. E., &Garczynskib A. M. (2011). LearningbyDoing: AnEmpiricalStudyof Active TeachingTechniques. EffectiveTeaching, 11,(2), 40-54.
26. Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó.
27. López, I. Y Carles, J. L. (1997). La Calidad Sonora De Valencia. Espacios sonoros Representativos. Fundación Bancaixa. Valencia.
28. Krishnamurti. (2007). La educación y el significado de la vida. España, editorial versión en español: EDAF, pág. 14.
29. Línea verde, (2017) consejos ambientales. Contaminación acústica. España,<http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/consejosambientales/contaminacion-acustica/cuales-son-las-principales-fuentes-emisoras-de-ruido.asp#>.(consultado el 22/03/2017).
30. Martin, M., Tedesco, C., López, A., Acebedo, A., Echeverría, J y Osorio, C., (2009) Educación ciencia, tecnología y sociedad, Centro de altos estudios universitarios de la OEI.
31. Manassero A., Vázquez A. y Acevedo J. A. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. Enseñanza de las Ciencias, 22(2), 299–312.
32. Martin, M. (2005). Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS. Avilés – España, revista CTS vol2, pág. 125.
33. Martin, M., Osorio, C. y López, J. (2000) La educación en valores a través de CTS. Contribución al Foro Iberoamericano sobre Educación en Valores.
34. Marín, G. (2017). Enseñanza de las máquinas térmicas mediante el enfoque CTS. Bogotá – Colombia, Tesis Maestría - Universidad Nacional de Colombia.

35. Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2002). "Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad". *Enseñanza de las Ciencias*, 20, 15-27.
36. Merino C. y Livia J. (2009). Intervalos de confianza asimétricos para el índice la validez de contenido: Un programa Visual Basic para la V de Aiken. *Anales de psicología*, 25(1), 169-171.
37. Monroy F. (2016). Taller experimental: Clases teórica demostrativas, prácticas interactivas. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Maestría en enseñanza de las Ciencias exactas y Naturales, p. 27.
38. Obaya, A., Y Ponce, R. (2007). La secuencia didáctica como herramienta del proceso de aprendizaje en el área Química-Biológica. *Contacto-S*, 19-25.
39. Osorio C. (2002). La Educación Científica y Tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aproximaciones y Experiencias para la Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 61-81.
40. Peinado, Y., Martín, T., Corredera, E., Moñino, N y Prieto, L., (2010) grupos de discusión, Métodos de investigación en educación especial. Universidad autónoma de Madrid.
41. Proyecto Educativo Institucional, (2016) Institución educativa Félix María Ortiz, Itaibe-Cauca.
42. Pérez, J. (2000). La triangulación analítica como recurso para la validación de estudios de encuesta recurrentes e investigaciones de réplica en Educación Superior. *RELIEVE*, v. 12, n. 2. Obtenido el 26 de Junio en http://www.uv.es/RELIEVE/v12n2/RELIEVEv12n2_6.htm.
43. Rayleigh, J. W. S. (1894), *The Theory of Sound*, New York, NY, United States: Dover.
44. Saura, O. (1996) Aprendizaje de esquemas conceptuales y de contenidos procedimentales en el estudio de las ondas, sonido y luz, a partir de una propuesta con un enfoque constructivista. Tesis doctoral- universidad de Murcia.
45. Sancho, J. (2005). museo virtual de la ciencia. (consultado el 22/03/2017). de <http://museovirtual.csic.es>

46. Schlierf, K. (2010). La enseñanza Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en el entorno universitario politécnico. La metodología de la descripción de controversias en la Escuela de Minas de París. *Rev. iberoam. cienc. tecnol. soc.* vol.5 no.15 Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
47. Sutz, Judith, "Ciencia, tecnología y sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular", En: OEI, *Revista iberoamericana de educación, Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación*, # 18, septiembre-diciembre 1998, p.p. 145-169.
48. Simonneaux, L. (2000). Cómo favorecer la argumentación sobre las biotecnologías. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 25, pp.27-44.
49. Sierra, R. (2001). *Técnicas de Investigación Social. Teoría y Ejercicios*. Madrid: Paraninfo S.A.
50. Tobón S., Pimienta J. H. y Garcia J.A. (2010). *Secuencias Didácticas: Aprendizajes y Evaluación de competencias*. Pearson Educación, México, p.64
51. Vaccarezza, L. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. En: OEI, *Revista Iberoamericana de educación, Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación*, 18, 13-40.
52. Velasco, J. 2000. El ruido en la industria. *Física y Sociedad*, revista del Colegio Oficial de Físicos, n.º 11, otoño.
53. Wilkinson, R.T. 1984. Disturbance of sleep by noise: individual differences. *Journal of Sound and Vibration*.
54. Zabala, A. (1995). *La práctica educativa. Como enseñar*. Editorial Grao. España.