

SOFTWARE ESPECIALIZADO EN PRODUCCIÓN DIGITAL DE AUDIO APLICADO
AL ESTUDIO DE LAS ONDAS EN EL COLEGIO BILBAO I.E.D.

JEISSON RICARDO MUÑOZ CRUZ

DOCENTE ASESOR:

EDUARDO GARZÓN LOMBANA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

BOGOTÁ, COLOMBIA 2021

SOFTWARE ESPECIALIZADO EN PRODUCCIÓN DIGITAL DE AUDIO APLICADO AL
ESTUDIO DE LAS ONDAS EN EL COLEGIO BILBAO IED.

TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN FÍSICA

JEISSON RICARDO MUÑOZ CRUZ

2008146039

DOCENTE ASESOR:

EDUARDO GARZÓN LOMBANA

LINEA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DESDE LA
PERSPECTIVA DE LOS ENFOQUES DIDÁCTICOS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

BOGOTÁ, COLOMBIA 2021

Tabla de contenido

CAPÍTULO I: Presentación	9
1.1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.3. OBJETIVOS	14
1.3.1. Objetivo general.	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
1.4. JUSTIFICACIÓN	15
1.5. ANTECEDENTES	19
1.5.1. Antecedentes locales.	19
1.5.2. Nacionales	20
CAPÍTULO II: Marco teórico	22
2.1. ESTÁNDARES.	22
2.1.1. El sonido en los estándares del MEN y la I.E.D. Bilbao.....	24
2.2. EL PAPEL DE LA EXPERIMENTACIÓN.....	27
2.2.1. Experimentación didáctica y científica.....	28
2.2.2. Competencias a abordar.....	30
2.3. FÍSICA Y SONIDO.....	31
2.3.1. El oído y la acústica.....	32
2.3.2. Sonido como una onda.	33

2.3.3.	Características del sonido	34
2.3.4.	Modelación de ondas sonoras.....	36
2.3.5.	Interacción entre ondas y principio de superposición.	36
CAPÍTULO III: Propuesta pedagógica y Metodología.....		38
3.1.	PROPUESTA PEDAGÓGICA.	39
3.1.1.	Predigo Observo Explico	39
3.2.	METODOLOGÍA.....	41
3.2.1.	Aprendizaje basado en diseños.	41
CAPITULO IV: Aplicación de la propuesta		42
4.1.	FASE DE PREPARACIÓN.....	42
4.1.1.	Objetivos de aprendizaje de los estándares.	42
4.1.2.	Objetivos de aprendizaje de los derechos básicos de aprendizaje.....	42
4.1.3.	Software y herramientas seleccionadas.	42
4.1.4.	Caracterización de los estudiantes.....	44
4.1.5.	Actividades experimentales.....	44
4.1.6.	Herramientas de evaluación.....	47
4.1.7.	Planeación de actividades.....	53
4.2.	FASE DE IMPLEMENTACIÓN.	59
4.2.1.	Sesión 1 (Herramientas y conocimientos previos).	60
4.2.2.	Sesión 2 (Observación y registro de datos)	63

4.2.3.	Sesión 3 (Análisis de datos, formalización del conocimiento).....	66
4.2.4.	Sesión 4 (evaluación de conocimientos, comparativa actitudinal).....	69
4.3.	FASE DE ANALISIS.	74
4.3.1.	¿Se cumplieron los objetivos de aprendizaje abordados en la propuesta?.....	76
	De los derechos básicos de aprendizaje.	77
	De los estándares educativos.....	77
	Del interés particular de la propuesta.....	79
4.3.2.	Evaluación de la propuesta.....	79
CAPÍTULO V: Conclusiones.....		83
CONCLUSIONES.....		83
REFERENCIAS		86
ANEXOS		88
	Anexo 1. Software, licencias y utilidades.....	88
	Reaper.....	88
	PhET.....	89
	Geogebra	90
	Anexo 2. Herramientas de captura, producción y análisis del sonido.....	91
	Anexo 3. evidencias y datos	93
	Anexo 4. Habilidades científicas orientación del MEN.....	96
	Sobre las habilidades científicas.	96

Anexo 5. El sonido en los libros de texto de educación media.	96
Anexo 6. Material didáctico desarrollado para la propuesta	98
Anexo 7. Modelación de ondas sonoras a partir del M.A.S.	99

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Onda amortiguada capturada en el software REAPER	34
Ilustración 2 Onda Forzada capturada en el software REAPER	35
Ilustración 3 Ondas superpuestas	38
Ilustración 4 Diagrama tratamiento del sonido en la propuesta..	43
Ilustración 5 resultados arrojados en relación a la percepción de la propuesta.....	79
Ilustración 6 Osciloscopio presente en REAPER.....	91
Ilustración 7 Ecualizador presente en reaper	91
Ilustración 8 Simulador de ondas PhET	92
Ilustración 9 línea de tiempo y regleta REAPER	93

Tabla de tablas.

Tabla 1 Antecedentes locales	19
Tabla 2 Antecedentes Nacionales.....	20
Tabla 3 Propuestas MEN en relación a las ondas y fenómenos acústicos	25
Tabla 4 Estándares relacionados con el estudio de las ondas abordados en la IED Bilbao. 26	
Tabla 5 Selección de competencias propuestas por el M.E.N.....	30
Tabla 6 Objetivos y preguntas de test de conocimientos previos.....	48
Tabla 7 Objetivos y preguntas de formulario de registro de datos	50
Tabla 8 Objetivos y preguntas de Ondas, cuestionario final.	52
Tabla 9 Actividades sesión 1	53
Tabla 10 Actividades sesión 2.....	54
Tabla 11 Actividades sesión 3.....	56

Tabla 12 Actividades sesión 4.....	57
Tabla 13 Asistencia de estudiantes por sesión.....	59
Tabla 14 Porcentaje de asistencia por sesión.	59
Tabla 15 Evidencias de implementación, sesión 1	60
Tabla 16 resultados esperados y dificultades de primera sesión.	62
Tabla 17 Conclusiones de la implementación, sesión 1	62
Tabla 18 Evidencias de implementación, sesión 2.....	63
Tabla 19 resultados esperados y dificultades segunda sesión.	65
Tabla 20 Conclusiones de la implementación, sesión 2	66
Tabla 21 Evidencias de implementación, sesión 3.....	67
Tabla 22 Resultados esperados y dificultades tercera sesión	68
Tabla 23 Conclusiones de la implementación, sesión 3.	69
Tabla 24 Evidencias de implementación, sesión 4.....	70
Tabla 25 Resultados esperados y dificultades de la cuarta sesión.....	72
Tabla 26 Conclusiones de la implementación, sesión 4.....	73
Tabla 27 Análisis del desarrollo de las competencias abordadas en la propuesta.....	74
Tabla 28 Matriz DOFA de análisis de la propuesta	80
Tabla 29 Habilidades científicas, y orientación de las propuestas del MEN	96
Tabla 30 Propuesta libro de texto hipertexto Santillana.....	97
Tabla 31 Ecuaciones de Movimiento Armónico Simple.	100

CAPÍTULO I

Presentación.

1.1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación expone el proceso de desarrollo de una propuesta didáctica que gira en torno al estudio de fenómenos acústicos a través del uso de un software de producción digital de audio, la estrategia desarrollada se implementó en la Institución Educativa Distrital Bilbao I.E.D. (Bilbao I.E.D.) Colegio concesionado con sede en Suba Bilbao, administrado por el consorcio salesiano mediante la fundación Don Bosco al que asiste población de estratos 1, 2, y 3.

La propuesta que se genera en la presente investigación, surge tras identificar las dificultades presentadas en el desarrollo del curso de física, especialmente en grado 11°, que se reflejaba en la falta de interés y el bajo nivel de dominio conceptual por parte de los estudiantes, problemática que se profundizaba por la condición de pandemia, ya que el desarrollo de las actividades de clase requerían de un alto porcentaje de trabajo autónomo, con un reducido tiempo para desarrollar los procesos de retroalimentación.

El documento inicialmente muestra como en el marco de la pandemia, se aprovecharon las herramientas presentes en la comunicación sincrónica como material apto para el trabajo experimental, haciendo posible el estudio del sonido como eje temático mediante el uso del software REAPER.

Bajo esta perspectiva, se presentan las bases teóricas que permiten delimitar los fenómenos y aspectos conceptuales asociados al sonido que se abordan en la propuesta. Desde el enfoque dispuesto por el Ministerio de Educación Nacional en el marco de la experimentación didáctica, buscando la participación activa de los estudiantes apuntando a estimular el

proceso de predecir observar y explicar los fenómenos, mediante el diseño de una estrategia que considera los elementos presentes en el contexto, para ser implementada y sometida a análisis como se dispone en el modelo de aprendizaje basado en diseños.

La parte final del documento muestra en detalle las consideraciones presentes en la planeación, implementación y análisis de la propuesta, buscando exponer la pertinencia de la misma a través de la presentación de los resultados obtenidos, con sus correspondientes conclusiones.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante el desarrollo de la presente investigación se busca actuar dentro del marco curricular planteado en la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica, que tiene entre sus objetivos la formación de docentes que expongan y apliquen sus cualidades profesionales en la educación básica y media, bajo el ámbito de la investigación y solución de problemas (Universidad Pedagógica Nacional, institucional., 2015).

Bajo esta premisa, en primera instancia, se realizó un estudio de contexto en el colegio Bilbao IED, que constó de la revisión de los documentos que orientan el actuar pedagógico al interior de la institución¹. Adicionalmente se efectuaron entrevistas al docente titular (Anexo 3) y estudiantes, buscando identificar los elementos que inciden en la enseñanza de la física y afectan en particular la enseñanza de fenómenos sonoros.

De acuerdo con la información recolectada en la institución, la enseñanza de la física y sus ramas de estudio tienen lugar exclusivamente en el ciclo de educación media, el proceso de

¹ PEI, la malla curricular, plan de grado, plan de área, basados en los derechos básicos de aprendizaje y estándares del Ministerio de Educación Nacional (MEN).

enseñanza se desarrolla según la planeación del profesor titular quien fue el encargado de diseñar la malla curricular en el año 2019. Pero a pesar de contar con un ambiente sin conflictos en relación con la planeación de las clases, la ejecución de las mismas en ocasiones se ve afectada como consecuencia de la pandemia, donde se combina el trabajo presencial y virtual.

La institución ha optado por adoptar como metodología de trabajo encuentros sincrónicos, donde los estudiantes y docentes cuentan con un período de 2 horas semanales para discutir alrededor de las temáticas, planteando los tiempos y objetivos de las actividades propuestas semana a semana y realizando la retroalimentación de las mismas.

Aunque este proceso para el profesor titular y estudiantes es aceptable, los actores coinciden en que los encuentros son muy breves, afectando la profundidad con la que se abordan las temáticas.

Es de resaltar que las dificultades percibidas por los estudiantes y docente, que en principio son atribuidas a la falta de tiempo, estaban presentes incluso cuando las clases se desarrollaban de manera exclusivamente presencial, manifestándose a través de los siguientes síntomas:

- Falta de interés por parte de los estudiantes al iniciar temáticas nuevas, perciben lejanos los contextos de aplicación, la historia, la practicidad, o bases teóricas relacionadas.
- Confusión en el tratamiento de datos obtenidos de manera experimental o presentados por el docente, causados por errores que tienen que ver con el dominio de conceptos matemáticos.

- Dificultad por parte de estudiantes y docentes para desarrollar prácticas de laboratorio, ya que no cuentan con un espacio exclusivo para este fin y es una constante la necesidad de realizar traslado de material especializado desde la bodega a los escenarios de clase.
- Desconocimiento del funcionamiento de los equipos de laboratorio y des-calibración de los mismos, en ocasiones los instrumentos están diseñados para objetivos diferentes a los abordados en clases.

El docente titular constantemente busca mitigar la incidencia de los elementos descritos en el desarrollo de sus objetivos de clase, expresa que los estudiantes alcanzan los objetivos propuestos en su planeación, pero para lograrlo se hace necesario retomar constantemente conceptos que los estudiantes ya deberían dominar.

Se plantea entonces un escenario donde apremia la necesidad de desarrollar estrategias que permitan a los estudiantes alcanzar una mayor apropiación sus conceptos previos. Es pertinente identificar los objetivos de clase y de evaluación que han sido abordados por los grupos en etapas anteriores de su formación, así como las dificultades en su ejecución, en búsqueda de material que pueda ser utilizado como punto de partida para el proceso de aprendizaje de la física.

Estudiar la naturaleza de estos procesos y objetivos planteados para la clase de física, en la IED Bilbao, implica remitirse a los estándares educativos, así como a los derechos básicos de aprendizaje diseñados por el Ministerio de Educación Nacional MEN. Este material ha sido objeto de cuestionamiento en trabajos desarrollados al interior del departamento de física, donde se citan problemas de aplicación de los mismos en contextos específicos.

Resulta clara la desvinculación que existe entre los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales junto con los Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales y la Serie de Lineamientos Curriculares de Educación Artística, a lo largo de ambos documentos no se encuentra ningún tipo de relación o posible diálogo entre la ciencia y el arte; en este en particular el sonido y el estudio de sus cualidades y el funcionamiento de instrumentos musicales utilizados para la enseñanza de la calidad del sonido, en este caso particular el tono (Blanco, 2020, pág. 9) .

Estos documentos del MEN plantean estructuras con secuencias de complejidad creciente que, al ser tomadas como base, hacen posible identificar dificultades relacionadas con la comprensión de los conceptos asociados a conjuntos de grados, estableciendo lo que los estudiantes deben saber y saber hacer al finalizar cada ciclo.

Considerando los aspectos ya mencionados, la presente investigación tomando como base la documentación del MEN, pretende aportar elementos que contribuyan al desarrollo de las clases, favoreciendo escenarios donde los estudiantes encuentren disposición, interés y logren participar de forma activa, no solo de las actividades académicas, si no de la apropiación de su proceso de aprendizaje, para este fin se espera dar respuesta a la siguiente pregunta problema.

¿De qué manera se pueden abordar los estándares de educación en grado 11° de la IED Bilbao, específicamente en el estudio de fenómenos asociados al sonido, teniendo en cuenta las restricciones de la institución para las prácticas experimentales y la actual condición de pandemia?

La selección del estudio de las ondas como eje conceptual de la presente investigación, se debe a que los fenómenos relacionados con el sonido son abordados con una amplia brecha de tiempo desde la primera aproximación dada en tercer grado, hasta el desarrollo a profundidad que se plantea para noveno grado y cursos superiores, se espera estudiar las dificultades ya expuestas que se presentan en los espacios de clase.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general.

Implementar una propuesta que permita el desarrollo de algunos de los estándares de educación previstos por el MEN, en el grado 11 de la institución Educativa Distrital Bilbao, a partir del estudio de fenómenos relacionados con el sonido y que a su vez permita el desarrollo de prácticas experimentales mediadas por tecnologías.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Identificar los estándares de la educación media que se puedan abordar desde del fenómeno del sonido en el grado once.
- Conocer los objetivos formativos que plantea la institución para el curso de grado once con respecto al estudio de fenómenos sonoros.
- Plantear la pertinencia del software como una herramienta adecuada para abordar determinados conceptos en el contexto de grado 11 de la I.E.D. Bilbao.
- Analizar los resultados obtenidos en relación con los objetivos de aprendizaje planteados en los estándares.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Tras realizar el estudio del contexto, se hizo evidente mediante la revisión de la documentación de la IED Bilbao² y la entrevista realizada al docente titular (Anexo 3), que aunque en la institución se cuenta con una planeación que apunta al cumplimiento de los objetivos académicos propuestos por el MEN, surgen dificultades relacionadas con el nivel de interés de los estudiantes, esto afecta la implementación de las actividades planteadas por el docente titular, repercutiendo en el proceso de aprendizaje de la física, presentando una oportunidad para investigar el efecto que puede generar la aplicación de una propuesta que considere los componentes recurrentes en los escenarios de clase de la institución.

En el escenario de clases planeado por el docente titular de la IED Bilbao, la experimentación juega un papel muy importante, ya que ha generado efectos positivos en el desarrollo de las clases y las dinámicas que se dan con su grupo de estudiantes, bajo este escenario se puede analizar como lo hacen Carranza (2004, pág. 161) que uno de los problemas en la búsqueda de la familiarización de los estudiantes con la naturaleza de la actividad científica, no se debe al número de prácticas realizadas, si no a la naturaleza de las mismas.

Complementando Carranza (2004, pág. 161) exponen como concebir la actividad experimental como una serie de recetas que se desarrollan en el aula, rodeada de un exceso de procesos algorítmicos, puede ser un gran error que desencadena que el proceso de aprendizaje tienda a ser extremadamente inductivo, dejando de lado elementos fundamentales del quehacer científico como la discusiones relacionadas con la relevancia del trabajo desarrollado el esclarecimiento de una problemática específica y la participación

² Profundizado en pág. 25

activa de los estudiantes en el planteamiento de hipótesis, diseño de experimentos y análisis de resultados obtenidos.

La falta de participación de los estudiantes en los procesos propios de la actividad científica y de su proceso académico descrita por Carranza (2004), así como la importancia que se da al interior de la clase a los procesos algorítmicos coincide con el escenario encontrado en el colegio Bilbao IED, esto no implica necesariamente que los estudiantes no logren cumplir con los objetivos de aprendizaje o no adquieran competencias científicas, pero sí permite estudiar y quizás replantear la naturaleza del trabajo práctico realizado en el curso de física de forma que se acople exitosamente a las expectativas de los estudiantes y exigencias propias del marco de la actual pandemia, como son el desarrollo de actividades de forma asincrónica, la mediación de la tecnología en el proceso de comunicación y el cambio de los alcances de la planeación docente a causa de los cambios generados por la I.E.D. Bilbao en el calendario académico y horario de clase.

Dentro de la presente investigación se considera posible aportar a la construcción de dinámicas de clase, que se puedan ajustar a los periodos de tiempo dispuestos para los encuentros académicos, haciendo uso de las herramientas y características disponibles en los equipos usados por estudiantes y docentes, incidiendo de manera positiva en el desarrollo de la clase a través de la consecución de los objetivos planteados por los estándares MEN.

Al enfocar la investigación alrededor del trabajo práctico y la experimentación, que hace parte de la naturaleza de la clase de física de la IED Bilbao, es posible citar a (Hodson, 1994, pág. 305) quien consideraba que cualquier método de aprendizaje que exija que los estudiantes que sean activos en lugar de pasivos aporta a que los estudiantes aprendan mejor

ya que lo hacen a través de su propia experiencia, en este sentido vale la pena trabajar alrededor de la metodología de clase actual.

Hodson proponía que las prácticas científicas en el ámbito de la enseñanza deberían adaptarse en parte a las experiencias de aprendizaje de los estudiantes, pero siempre favoreciendo los objetivos de las lecciones³, haciendo referencia al enfoque planteado por el docente para el desarrollo general del curso, que deriva en que los estudiantes adquieran con mayor facilidad un grupo de habilidades delimitadas.

En relación al objetivo de las lecciones y el trabajo experimental, se hace necesario considerar que todas las actividades desarrolladas en el contexto del colegio Bilbao IED, en el año 2021, se dan bajo un marco de incertidumbre en relación a los encuentros entre estudiantes y docentes, ya que gran parte del año se desarrolla en la modalidad virtual de manera sincrónica, en este marco, procurar delimitar la información y exigencias de los espacios de clase, evitando generar acciones innecesarias que causen una sobrecarga a los estudiantes⁴ resulta importante.

Bajo este panorama, donde se busca optimizar el flujo de información, se debe considerar como una posibilidad el uso dado al Smartphone y el ordenador dentro de los espacios de clase, en primera instancia como herramienta de comunicación con sus propias ventajas y desventajas, que adicionalmente tiene el potencial para ser usado en experiencias de aprendizaje que favorezcan el desarrollo de habilidades científicas, donde los estudiantes investigan conceptos, planifican estrategias y ven la ciencia de manera accesible⁵.

³ Aprendizaje de la ciencia, Aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia, Práctica de la ciencia.

⁴ Hodson se refiere a esta situación y sus efectos como el problema de las interferencias.

⁵ Independientemente de que se generen procedimientos que funcionen mejor, peor o no funcionen, el estudiante aborda objetivos propios del aprendizaje en ciencias.

Para los fines de la presente investigación se opta por abordar el sonido ya que es una de los ejes temáticos que debido a las contingencias de pandemia, además de estar planteado para presentarse en un corto periodo de tiempo, se ha tenido que abordar sin acceso al material convencional de laboratorio, recopilando en su ejecución casi la totalidad de dificultades y efectos que afectan el desarrollo de la clase de física al interior de la IED Bilbao y que son objeto de estudio de la presente investigación.

Se destaca que los equipos con los que los estudiantes cuentan para estar presentes en los encuentros sincrónicos (celulares, Tablet, computador), así como los destinados por la institución y docentes para el desarrollo de las clases, están dotados de periféricos que permiten captar diferentes fenómenos físicos, entre los que son de interés particular del presente trabajo los relacionados al comportamiento de las ondas acústicas.

Estos equipos poseen una amplia gama de herramientas a disposición de los actores del proceso educativo, que permiten diseñar, modificar, crear o hacer uso de distintas interfaces, en este sentido, se puede disponer de aquellas herramientas que ofrezcan mejores prestaciones o sean de más fácil acceso que los instrumentos de laboratorio disponibles en la I.E.D. Bilbao y que son usados tradicionalmente en la clase de física.

(Hodson, 1994, pág. 309) considera pertinente suponer que los estudiantes aprendan a hacer ciencia, practicando la ciencia, ya que realizan investigaciones completas, que se pueden ir elevando en nivel en complejidad, hasta lograr un alto nivel de autonomía⁶. En este sentido incorporar el uso del ordenador como herramienta tecnológica que soporte e incentive el

⁶ Objetivo que corresponde con los planteados en los estándares del MEN.

desarrollo del trabajo práctico al interior de la IED Bilbao es pertinente siempre y cuando se establezcan con claridad los objetivos de la clase.

En síntesis, la presente investigación es pertinente ya que busca aportar a la enseñanza de la física, respetando la metodología empleada por el docente titular y la institución, así como los objetivos de curso basados en los estándares del MEN, haciendo uso de las herramientas presentes en los escenarios de clase para fortalecer las actividades experimentales, esperando lograr la apropiación del proceso educativo por parte de los estudiantes que pueden llegar a tener una experiencia de aprendizaje más cercana a sus expectativas.

1.5. ANTECEDENTES

La selección de documentos que se mencionan a continuación, abordan problemáticas relacionadas con la enseñanza de conceptos asociados al sonido y las ondas, en cada una de las investigaciones citadas se generó una propuesta de aula que se desarrolló bajo la presentación de situaciones experimentales, mediante la presente propuesta se pretende aportar a la base de conocimientos integrando el uso de software como herramienta para mediar en el proceso de enseñanza.

1.5.1. Antecedentes locales.

Tabla 1 Antecedentes locales

Autor(es)	Nombre proyecto	Objetivo	Elementos de la propuesta
Duran y Ramírez (2016)	“El experimento del tubo de Rubens y la simulación: una propuesta de aula para la comprensión del sonido como onda longitudinal en el	Diseñar e implementar una propuesta de aula, a partir de la práctica experimental y simulación.	Resalta la importancia de la actividad experimental y cómo esta se puede articular con la incorporación de las Tics. Abordando fenómenos asociados al sonido, en el marco del aprendizaje basado en diseños.

	curso de física de ondas.”		
Aportes y relación con el presente trabajo.	Aporta información documental sobre el Aprendizaje Basado en Diseños, el software actúa como mediador en la propuesta, asumiendo las tareas del P.O.E. Esta investigación se desarrolló en el marco del curso de ondas del departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional.		
Gómez (2017)	“La caracterización del sonido: un estudio alrededor del tono”	Configurar situaciones de estudio que permitan caracterizar el tono a partir del uso de instrumentos musicales con estudiantes de grado octavo del Colegio Ciudadela Educativa de Bosa.	Aborda el estudio del tono, el, en estudiantes de grado octavo del colegio Ciudadela Educativa de Bosa. Implementando una propuesta en la que se abordan elementos fundamentales del trabajo de Pitágoras con las cuerdas vibrantes.
Aportes y relación con el presente trabajo.	Aporta al contexto histórico, y aborda el estudio del tono, haciendo uso de instrumentos musicales, que son fuentes sonoras con armónicos. Los estudiantes del colegio Ciudadela Educativa de Bosa usaron su lenguaje cotidiano en espacios de intercambio de conocimientos previos y de reacción a la experiencia.		
Bermúdez (2016)	“La caracterización del sonido como onda mecánica: una propuesta para la enseñanza en la escuela”.	crear situaciones y elementos conceptuales que permitan abordar el sonido como una onda mecánica, a través de un acercamiento individual y grupal; con el fin de que se lograra aportar criterios para estructurar propuestas de enseñanza acerca del fenómeno sonoro en cursos introductorios de física.	Implementa una experiencia en con estudiantes de la media académica en población de estratos 1, 2 y 3. Profundiza en las características de la propagación del sonido y su comportamiento ondulatorio.
Aportes y relación con el presente trabajo.	Describe a profundidad aspectos históricos y conceptuales relacionados con el estudio de las ondas, tras la implementación de la propuesta Bermúdez resalta como la experimentación genera una respuesta positiva en los estudiantes que aprenden y desarrollan las habilidades sugeridas para el curso.		

Nota: Esta tabla recopila trabajos desarrollados en el departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional

1.5.2. Nacionales

Tabla 2 Antecedentes Nacionales

Autor(es)	Nombre proyecto	Institución / fuente	Objetivo	Elementos de la propuesta
-----------	-----------------	----------------------	----------	---------------------------

Rauch Brinatti Pires (2017)	“Aulas introductorias de movimiento armónico simples visando o estudo de ondas mecánicas”.	Revistas pedagógicas. Universidad pedagógica nacional.	Desarrollo de material experimental enfocado al estudio de las ondas.	Soporte a experimentos que permiten a los estudiantes observar de primera mano el movimiento armónico simple y establecer relaciones con las ondas mecánicas.
Aportes y relación con el presente trabajo.	Desarrollo de material para practicas experimentales asociadas al estudio de las ondas, demostrando resultados positivos obtenidos tras la implementación de su propuesta, que retomaba las bases del constructivismo. Concluyen que las ondas se pueden abordar como un contenido estructurante para abordar a profundidad los diferentes conceptos relacionados, delimitados por los lineamientos Nacionales de Educación que rigen el estado de Paraná.			
Roxmanth (2012)	” Creación e implementación de una unidad didáctica sobre la enseñanza del movimiento armónico simple a estudiantes de grado décimo”.	Universidad nacional	Crear una unidad didáctica para el aprendizaje del movimiento armónico simple, haciendo énfasis en el uso de vectores, en las fuerzas que causan la oscilación y en la predicción del movimiento que surge como consecuencia de estas fuerzas.	La revisión de libros de texto diseñados para la media académica, enfocado en la creación de una unidad didáctica que considera los estándares del MEN. en el proceso de Desarrollo e implementación.
Aportes y relación con el presente trabajo.	Presenta elementos tenidos en cuenta para la modelación de las ondas, dada su relación con los movimientos oscilatorios. Realiza la revisión de libros de texto que abordan el movimiento armónico usados en el contexto local, a nivel de Bogotá, contrastando su aplicación con los estándares del MEN para el movimiento armónico simple.			

Nota: Esta tabla recopila trabajos desarrollados consultados en los repositorios de la U.P.N, y la Universidad Nacional.

CAPÍTULO II

Marco teórico.

En este apartado, abordando la problemática expuesta, se presenta la revisión de los factores que tienen una incidencia directa en el desarrollo de las clases de física al interior de la Bilbao IED, delimitando el foco de investigación al estudio particular de los conceptos relacionados con las ondas sonoras y su enseñanza en el ciclo de educación media.

Para este fin, en primera instancia se presentan los lineamientos pedagógicos y de evaluación de la I.E.D. Bilbao, que mediante los estándares educativos buscan alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos por el MEN, también se contemplan los recursos disponibles para el desarrollo de las clases y el trabajo práctico, finalmente en este apartado se presentan los conceptos fundamentales relacionados con el estudio de las ondas sonoras, buscando exponer el compendio de elementos teóricos que soportan la propuesta pedagógica a desarrollar.

2.1. ESTÁNDARES.

Optar por el uso de un plan de estudios orientado a los procesos, como se plantea en los estándares del MEN implica reconocer que este modelo no surge a nivel local, si no que se aplica tras observar los resultados obtenidos en diferentes países, donde se concluye que el modelo resulta exitoso, Wellington (1989) exponía algunos factores del contexto de formulación de los estándares, relacionados con el fracaso de los planes de estudio basados en los contenidos que se pueden asociar al contexto nacional actual, como son:

El crecimiento de los movimientos de ciencia para todos, que propone enfoques menos exigentes la exposición a la información, que minimiza las demandas de conocimiento, el desarrollo de las tecnologías de la información, que hace innecesario el dominio de un amplio cuerpo de

conocimientos, y el impacto de la evaluación a través del trabajo

práctico (Hodson, 1994, pág. 303).

En concordancia, la propuesta presentada en los estándares del MEN (2004, pág. 6) en torno a la aplicación de un plan de estudios orientado a procesos es: Crear condiciones para que los estudiantes sepan qué son las ciencias naturales y sociales, comprendiéndolas, comunicando y compartiendo sus experiencias y sus hallazgos, actuando con ellas en la vida real y haciendo aportes a la construcción y al mejoramiento de su entorno, tal como lo hacen los científicos.

Así, favorecer la aproximación de los estudiantes con el desarrollo de la actividad científica, considerando la influencia de la tecnología y los demás factores que permean su entorno, mientras se simplifican procesos y se genera un terreno sobre el cual los estudiantes puedan desarrollar un trabajo científico que se hace más riguroso a medida que avanza su formación, es el camino a seguir.

El MEN propone una serie de habilidades científicas, que poseen un enfoque diferente para las ciencias sociales y naturales, delimitando los objetivos de conocimiento propios de cada área y nivel de formación⁷. En relación a la metodología que permite alcanzar los objetivos expuestos, el MEN (Formar en ciencias el desafío., 2004, pág. 8).MEN aclara que en los estándares básicos de calidad se hace un mayor énfasis en las competencias, sin que con ello se pretenda excluir los contenidos temáticos. No hay competencias totalmente independientes de los contenidos de un ámbito del saber.

⁷ Descripción detallada en Anexo 4

Además del papel fundamental que tienen las competencias en la propuesta de los estándares, el MEN plantea un compilado de habilidades y actitudes que se presentan estructurados en unidades básicas correspondientes a cada grado, denominados aprendizajes, de acuerdo al MEN (Derechos básicos de aprendizaje de ciencias naturales, 2016, pág. 6) los DBA se organizan guardando coherencia con los Lineamientos Curriculares y los Estándares Básicos de Competencias, y pueden ser ajustados de acuerdo a las circunstancias propias del contexto de aplicación, El MEN resalta que los aprendizajes requieren de procesos a lo largo del año y no son alcanzables con una o unas pocas actividades.

Así la elección de un plan de estudios orientado a procesos tiene sentido en el contexto nacional, siempre y cuando el trabajo de aula ejecutado por el docente, permita la adquisición de competencias básicas, entendiendo como define el MEN que cada competencia requiere conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y disposiciones específicas para su desarrollo y dominio y se ponen a prueba en contextos específicos.

Es importante entonces que en el trabajo de aula el docente aborde por lo menos los estándares propuestos a un nivel básico, dentro de una propuesta estructurante, buscando que quienes aprenden, encuentren significado en todo lo que aprenden (MEN, 2004, pág. 6) logrando aplicar sus conocimientos tanto en su proceso de desarrollo académico y científico, así como en las situaciones propias de su entorno.

2.1.1. El sonido en los estándares del MEN y la I.E.D. Bilbao.

En relación con el estudio de las ondas y los fenómenos acústicos, (Blanco, 2020) realiza una descripción detallada de las propuestas del MEN asociadas a cada nivel académico, abordando los estándares básicos de competencias, así como los Derechos Básicos de Aprendizaje.

Tabla 3 Propuestas MEN en relación a las ondas y fenómenos acústicos para los Estándares básicos de competencias y Derechos Básicos de aprendizaje⁸

Estándares básicos de educación en ciencias naturales.(2006)	
Grado	Entorno físico
1° a 3°	<ul style="list-style-type: none"> identifican y comparan fuentes de luz, calor y sonido y sus efectos sobre los diferentes seres vivos. Clasifican los sonidos según su tono, volumen y fuente. Proponen experiencias para comprobar la propagación del sonido.
8° y 9°	<ul style="list-style-type: none"> Proponen un primer acercamiento a las ondas, relación entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diferentes tipos de ondas mecánicas, entre las cuales se incluyen las ondas sonoras Tener una idea clara acerca de las aplicaciones de las ondas estacionarias en el funcionamiento interno de los instrumentos musicales
Derechos Básicos de Aprendizaje en ciencias Naturales	
Grado	Física
3°	<ul style="list-style-type: none"> Comprenda la naturaleza (fenómeno de la vibración) y las características del sonido (altura, timbre, intensidad) ... Demuestre que el sonido es una vibración mediante el uso de fuentes para producirlo: cuerdas (guitarra), parches (tambor) y tubos de aire (flauta), identificando en cada una el elemento que vibra. Describe y compara sonidos según su altura (grave o agudo) y su intensidad (fuerte o débil)
9° y 10°	No se presentan Aprendizajes
11°	<ul style="list-style-type: none"> Comprende la naturaleza de la propagación del sonido y de la luz como fenómenos ondulatorios (ondas mecánicas y ondas electromagnéticas, respectivamente). Clasifica las ondas de luz y sonido según el medio de propagación (mecánicas y electromagnéticas) y la dirección de la oscilación (longitudinales y transversales) Explica las cualidades del sonido (tono, intensidad, audibilidad) ... a partir de las características del fenómeno ondulatorio (longitud de onda, frecuencia, amplitud)

Nota: Esta tabla presenta los estándares asociados al estudio de las ondas y el sonido propuestos por la documentación del M.E.N. en diferentes niveles académicos.

Buscando abordar las competencias descritas en la tabla 4 bajo la perspectiva propuesta por el MEN, los docentes titulares de la IED Bilbao desarrollan la planeación del curso de ondas y acústica, ejecutando las clases como se enuncia a continuación.

⁸ basado en la investigación de (Blanco, 2020, pág. 8)

Tabla 4 Estándares relacionados con el estudio de las ondas abordados en la IED Bilbao.

Estándares Abordados en la IED Bilbao	
Grado	Entorno físico
1° a 7°	<ul style="list-style-type: none"> • No se abordan las ondas acústicas de forma directa. • Se desarrolla el concepto a través de fenómenos relacionados. Como: <ul style="list-style-type: none"> ○ El análisis del comportamiento de un péndulo con su movimiento armónico ○ el estudio de movimientos sísmicos (causas, efectos) que aproximan al estudiante al concepto de energía.
8° y 9°	<ul style="list-style-type: none"> • Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas. • Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación. • Clasifico los sonidos según su tono, volumen y fuente⁹. • Explico las aplicaciones de las ondas estacionarias en el desarrollo de instrumentos musicales.¹⁰

Nota: Esta tabla presenta los estándares asociados al estudio de las ondas y el sonido propuestos por la documentación de la I.E.D. Bilbao en diferentes niveles académicos.

La tabla 4 permite observar que en grados 8° y 9° es donde se realiza mayor énfasis en el estudio de las ondas y el sonido. En estos grados los estudiantes suelen presentar dificultades con la modelación de las ondas, la comprensión del medio de propagación, y el concepto de energía. Situación que afecta el interés en el estudio del sonido y la física en grados superiores.

En grados 10° y 11° no se encuentra un conocimiento específico relacionado con el estudio de las ondas, pero se aborda el modelado matemático buscando que el estudiante describa a través de este el comportamiento de las ondas sonoras soportado en las bases conceptuales adquiridas en años anteriores.

Como resultado del análisis de los libros de texto disponibles en la I.E.D. Bilbao, como es el hipertexto Santillana, los objetivos de aprendizaje formulados por sus autores difieren

⁹ De acuerdo a la documentación del MEN, este conocimiento corresponde a grado tercero.

¹⁰ Conocimiento abordado en tecnología.

bastante de la aplicación de los estándares del MEN.¹¹, ya que no corresponden con los cursos a ser aplicados y por lo tanto los estudiantes no dominan los conocimientos previos requeridos para abordar las temáticas.

2.2. EL PAPEL DE LA EXPERIMENTACIÓN.

El éxito de los procesos de experimentación y el creciente reconocimiento de su importancia no se da de manera espontánea, si no que hace parte de una tendencia de reorientación de las prácticas científicas, que busca que los estudiantes adquieran nuevas perspectivas, sumen a su consolidado de conocimientos existentes, brinden importancia a sus memorias científicas y comprendan la dimensión colectiva del trabajo científico. (Rauch, Brinatti, & Pires, 2016).

Lograr los efectos descritos al realizar una práctica experimental, implica generar en los estudiantes interés por las situaciones problemáticas, en el ámbito escolar el papel del experimento se maneja bajo dos figuras, la de los experimentos demostrativos y la de los experimentos cuantitativos, cuyo enfoque es descrito a profundidad por Durán & Ramírez (2016, pág. 21).

En la presente investigación no se privilegia ninguna de las dos figuras, ya que se usan experimentos demostrativos para exponer el comportamiento de las herramientas y cualitativos al hacer uso de las mismas buscando una comprensión formal, considerando como el principal reto la aplicación de los experimentos privilegiando la experiencia del estudiante, siendo consciente de que la interacción del docente no sea solo una excusa para exponer su conocimiento, si no que por el contrario pretenda atender a las necesidades de aprendizaje de su aprendiz, desmitificando así el estereotipo del científico como un ser

¹¹ Análisis de los estándares del M.E.N. en los libros de texto, disponible en Anexo 5

apartado, desinteresado y poco comprometido. este conocimiento combina la comprensión conceptual con elementos de creatividad y un complejo de atributos afectivos (Hodson, 1994, pág. 309)

Así como en la práctica los científicos proceden mediante la racionalización, y en parte usando la intuición arraigada en su conocimiento tácito de hacer ciencia (Hodson, 1994). Se espera que los docentes que abordan las áreas del conocimiento donde es pertinente el trabajo experimental, especialmente al interior de la IED Bilbao evalúen los objetivos de sus prácticas, buscando el punto de encuentro entre su conocimiento y el de sus estudiantes.

2.2.1. Experimentación didáctica y científica.

Abordar las relaciones presentes entre la experimentación didáctica y científica, tiene relación directa con el objetivo de la práctica, ya que se busca estimular el conocimiento previo o común del estudiante buscando la adquisición de conocimientos de tipo científico, este proceso se da exitosamente cuando el proceso de aprendizaje adquiere significado.

Al respecto Alfonso Claret Zambrano (1998, pág. 24)¹² describía este proceso de aprendizaje exponiendo que las nociones espontáneas de los alumnos adquieren los rudimentos iniciales de sistematización por medio de su contacto con los conceptos científicos en la escuela hasta cambiar su estructura psicológica Hernández (2010, pág. 21), a su vez planteaba tres escenarios básicos de interacción que llevan al estudiante a diferentes formas de conocimiento.

- Cuando los conocimientos se interrelacionan como similares la enseñanza aparece como adaptación.

¹² Docente de la Universidad del Valle con formación Postdoctoral en ciencias de la educación investigador del estudio de la enseñanza de las ciencias naturales.

- Cuando la forma de interrelación entre elementos distintos no se revela como un conflicto, la enseñanza aparece como integración.
- Cuando se plantean oposiciones entre el conocimiento previo y el conocimiento escolar, la enseñanza aparece como un intercambio de posiciones.

Estos escenarios se dan dentro del marco de las teorías de cambio conceptual, donde el propósito de la enseñanza es el intercambio de los conceptos previos del alumno por los conceptos científicos que plantea el maestro (Hernandez, 2010, pág. 23). Considerando además de la relación entre conceptos previos y escolarizados, la relación entre el objeto de aprendizaje y el sujeto en formación.

“En relación con lo que podríamos llamar la realidad, existe la realidad local en la cual el concepto previo funciona, la realidad local en la cual ese concepto no opera y se genera el conflicto y la realidad global en la cual una nueva conceptualización, válida generalmente, resuelve el conflicto. En el mundo de las ideas, por su parte, es posible reconocer cómo se está dando un conflicto entre conceptualizaciones que debe resolverse cambiando los conceptos previos de los estudiantes por conceptos científicos capaces de dar razón de todo un universo de fenómenos” (Zambrano, 1998).

Aplicado en el aula de clases, el modelo pedagógico que asume las teorizaciones anteriores¹³ tendría como etapas:

¹³ basado en la aproximación a un estado del arte de la enseñanza de las ciencias en Colombia de Carlos Augusto (Hernandez, 2010)

- La introducción (Maestro justifica lo que se va a hacer).
- El planteamiento del problema (se comparte en la clase el significado del problema).
- La conceptualización por parte de los alumnos (examinar ideas previas)
- Un momento de conflicto conceptual, (contrastar predicciones)
- La solución al conflicto, (discusión de los maestros y los alumnos alrededor del problema)
- El proceso de evaluación, (verificar si se ha comprendido)
- La conclusión (recapitulación del problema por parte del maestro y un análisis de los resultados que puede llevar a la reorganización global de los conceptos, por parte de los estudiantes).

Estos pasos generales del modelo pedagógico propuesto por Zambrano contienen ya los elementos básicos del constructivismo. Y son considerados como base para la selección de las competencias que se pretenden abordar en la presente investigación no como una receta, si no como una guía que permite establecer momentos clave aplicables a las practicas experimentales.

2.2.2. Competencias a abordar

Tras exponer los elementos comunes en las propuestas, del MEN, de la I.E.D. Bilbao, y de los libros de texto, es posible establecer una ruta que permita a los estudiantes de grado 11° encontrar significado en su proceso de aprendizaje, partiendo del estudio de las ondas y los fenómenos acústicos, Las competencias a abordar en grado 9° y 10°, considerando un enfoque experimental son:

Tabla 5 Selección de competencias propuestas por el (MEN, Formar en ciencias el desafío., 2004). en la media académica.

Durante la primera aproximación a las ondas y los instrumentos de análisis, previo al trabajo práctico:

- Observo fenómenos específicos.
- Formulo preguntas específicas sobre una observación, sobre una experiencia o sobre las aplicaciones de teorías científicas.
- Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.
- Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos.

Durante la ejecución de la práctica experimental.

- Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes.
- Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.
- Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.

En relación a las observaciones iniciales y la toma de datos

- Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento.
- Identifico y verifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).
- Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados.

Tras un tratamiento inicial de los datos y observaciones.

- Relaciono la información recopilada con los datos de mis experimentos y simulaciones.
- Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.
- Utilizo las matemáticas como herramienta para modelar, analizar y presentar datos.

Al finalizar la experiencia práctica, la toma de datos, el análisis de los resultados y la socialización.

- Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.
- Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.
- Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las de teorías científicas.
- Comunico el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficos, tablas, ecuaciones aritméticas y algebraicas.

Nota: Esta tabla, presenta las competencias propuestas por el M.E.N. ajustadas a la propuesta de la presente investigación.

Los elementos disciplinares relacionados con el estudio del sonido y que acompañan la ruta propuesta, se presentan a continuación.

2.3. FÍSICA Y SONIDO

Para el desarrollo de la presente propuesta, obedeciendo a los objetivos de aprendizaje formulados por el M.E.N. para la media académica, se abordarán los conceptos que están relacionados con las características del sonido y la comprensión del comportamiento del mismo en el aire en relación a la fuente sonora, de acuerdo a los estándares estos son:

- las cualidades del sonido (tono, intensidad, timbre)
- las características del fenómeno ondulatorio (longitud de onda, frecuencia, amplitud)

En este apartado, previo a abordar estos conceptos, se resalta el papel que juega la experiencia en el proceso de formalización de conocimiento retomando elementos históricos de la concepción de la acústica como rama de estudio de la física.

2.3.1. El oído y la acústica.

El oído es el órgano sensible a las variaciones de presión que se dan en un rango de frecuencias entre los 20 a 20.000 Hertz (Hz), en condiciones en las que no se presenten cuadros de pérdida de audición, este rango tiende a disminuir progresivamente por la degeneración de las estructuras del oído causadas por la edad. Helmont (1954) expone como los sonidos percibidos por el oído y las ondas, por ejemplo, percibidas por la vista, han sido objeto de estudio de diferentes áreas desde perspectivas científicas y estéticas.

La rama de la física encargada de abordar los fenómenos sonoros (sonido, infrasonido y ultrasonido), producción, transmisión, almacenamiento, percepción y reproducción del mismo, es la acústica. De acuerdo al estudio histórico realizado por Bermudez (2016, pág. 18) tiene su origen como disciplina con Aristóteles (384-322 a. de C.). En ese entonces ya se presentaba un alto nivel de comprensión de las relaciones matemáticas existentes entre el cuerpo de los instrumentos musicales y su tono, estos conocimientos provenían de la escuela Pitagórica.

Gómez (2017, pág. 5) expone como la estimulación sensorial presente en la música ha jugado un papel importante en la educación matemática, ya que permite realizar un trabajo de cuantificación con efectos prácticos de aplicación. Es interesante en este sentido, como se puede llevar a cabo en el curso de ondas un proceso análogo al histórico, donde partiendo de experiencias auditivas se pueda llevar al estudiante a establecer y aplicar sus propias conclusiones, induciéndolo a una comprensión formal de los fenómenos asociados al sonido,

Blanco (2020, pág. 16) en su trabajo expone con detalle los aspectos históricos en los que a partir de estas bases formales se desarrollaron los avances teóricos propios de la acústica.

2.3.2. Sonido como una onda.

Una perturbación de presión es apta para ser representada como una onda, cuando su movimiento es periódico y se propaga a través de un medio homogéneo e isotrópico¹⁴, estas condiciones facilitan su modelación, un análisis del sonido permite afirmar que este se comporta como una onda mecánica que requiere de un medio que permita su propagación.

La dirección de propagación de las ondas de presión se ve afectada por las propiedades del medio, en sólidos las ondas se transfieren de manera transversal y longitudinal, la velocidad de propagación se ve afectada por la rigidez y densidad del medio, el análisis del comportamiento de las ondas en medios sólidos tiene aplicación por ejemplo en la toma de ecografías y en estudios sismográficos.

Sin embargo, la generación de ondas audibles no se presenta si no existe algún tipo de resonancia causada por una fuente sonora que a su vez sea transmitida a través de un medio líquido o gaseoso en las frecuencias del rango audible. El sonido entonces se puede caracterizar como una onda ya que se presenta una transferencia de energía en todas las zonas del medio¹⁵ mostrando periodicidad en el tiempo y en el espacio.

¹⁴ Al centrar el análisis de la investigación en las ondas audibles, se debe considerar que el medio de propagación es el aire y que los cambios de temperatura o presión tienen un efecto mínimo en relación a los objetivos de la propuesta didáctica que se desarrolla en el presente trabajo, dada la precisión de los instrumentos de medición disponibles y el rango de sensibilidad del oído humano a estos pequeños cambios.

¹⁵ Rodríguez 2013 Analiza el medio como discreto o continuo, concluye que en ambos casos es posible caracterizar la onda.

2.3.3. Características del sonido

Una onda es una perturbación que se propaga a través de un medio, transportando energía, y momento lineal sin transportar materia (Tipler & Mosca, 2005, pág. 431), es de tipo acústico cuando no es el medio en sí mismo sino alguna perturbación lo que se desplaza. Las oscilaciones producidas varían su comportamiento de acuerdo a la fuente y las propiedades del medio donde se propagan (Antolines & Martinez, 2016, pág. 11).

Todas las oscilaciones pierden potencia a medida que se alejan de la fuente de emisión y se transportan en un medio, ya que se ven afectadas por la elasticidad del mismo, la energía que se disipa es inversamente proporcional a la duración de la oscilación (Romero Medina & Bautista Ballén, 2011, pág. 40), en el caso particular de las ondas audibles producidas por la voz es posible observar que se registran ondas amortiguadas como se muestra en la ilustración 1.

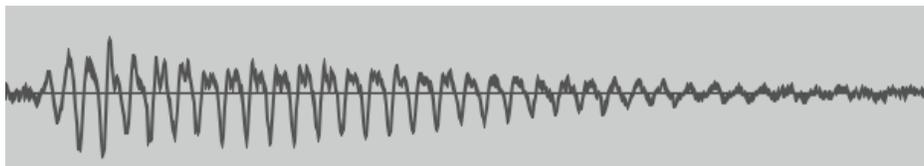


Ilustración 1 Onda amortiguada capturada en el software REAPER

Se puede observar como la onda se disipa, ya que después de la emisión del pulso inicial la fuente sonora deja de aportar energía, sucede de la misma manera en los instrumentos de tipo acústico (piano, violín, guitarra). Sin embargo, en instrumentos como el teclado, los sintetizadores y demás que son alimentados por una fuente de energía externa, se obtienen ondas de tipo Forzado, como se muestra en la ilustración 2.

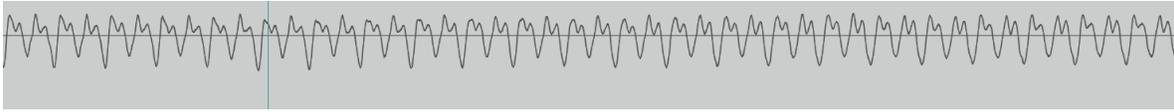


Ilustración 2 Onda Forzada capturada en el software REAPER

El comportamiento forzado implica que no se disipa la onda ya que la fuente sonora está en la capacidad de continuar aportando energía de manera constante.

En este sentido es la fuente del sonido la que está en capacidad de modificar el comportamiento de las ondas resultantes, las características de las ondas que están sujetas a los cambios generados en la fuente y/o el medio son:

La duración:

Es la cantidad de tiempo durante el cual se propaga un pulso, depende de la vibración generada en la fuente y se mide en unidades de tiempo.

El tono:

Varía de acuerdo a las oscilaciones que se presentan en un determinado periodo de tiempo, es decir, depende de la frecuencia fundamental, a mayor frecuencia se obtienen tonos considerados altos o agudos y a menor frecuencia tonos considerados bajos o graves, se mide en Hertz.

La intensidad

Corresponde a la potencia transportada por las ondas, que se puede reflejar en una mayor estimulación de un elemento receptor. Un sonido de alta intensidad, se considera fuerte, por el contrario, un sonido de baja intensidad, se considera débil. La intensidad es medida en Vatios, en el ámbito de la música y la producción de audio a través de software es común usar decibelios.

El timbre

Permite diferenciar entre 2 fuentes que están en la capacidad de producir sonidos con el mismo tono a similar intensidad en relación a las propiedades de la fuente, como puede ocurrir con una guitarra y un violín, que varían no solo en el tamaño y forma de su cuerpo sino en la longitud, diámetro y composición de las cuerdas, ya que de acuerdo a su estructura cada uno realza armónicos diferentes en relación a la frecuencia fundamental ejecutada.

2.3.4. Modelación de ondas sonoras.

El sonido se produce cuando “un disturbio que se propaga por un material elástico causa una alteración de la presión o un desplazamiento de las partículas del material que puedan ser reconocidos por una persona o un instrumento” (Di Marco, 1961, pág. 3), si éste proceso se desarrolla en forma continua generando ondas armónicas, matemáticamente su comportamiento se puede representar por una función sinusoidal.

$$F_{(x,t)} = A * \text{sen}(\omega * t)$$

Donde ω es la frecuencia angular y A la amplitud, en función del tiempo.

Esta expresión que se puede relacionar con el comportamiento del movimiento armónico simple, permite representar cualquier patrón de interacción de ondas haciendo uso del principio de superposición.

2.3.5. Interacción entre ondas y principio de superposición.

En situaciones de interferencia de ondas armónicas, con igual frecuencia y amplitud es necesario acudir a la siguiente representación de ondas, donde se analiza la superposición que se presenta entre 2 ondas a_1 y a_2 cuyo número de ondas está definido por K .

$$a_1 F_{(x,t)} = A_1 * \text{sen}(Kx - \omega t)$$

$$a_2 F_{(x,t)} = A_2 * \text{sen}(Kx - \omega t)$$

Al aplicar el principio de superposición que indica que “Cuando dos ondas se encuentran en el espacio, sus perturbaciones individuales (representadas matemáticamente por sus funciones de onda) se superponen creando una nueva onda.” tenemos

$$a_1 F_{(x,t)} + a_2 F_{(x,t)} = A_1 * \text{sen}(Kx - \omega t) + A_2 * \text{sen}(Kx - \omega t + \varphi)$$

Donde φ representa el desfase relativo entre las ondas.

Si la amplitud de las ondas es $A_0 = A_1 = A_2$ y aplicando la identidad trigonométrica.

$$\text{sen}(\theta_1) + \text{sen}(\theta_2) = 2 * \cos\left(\frac{1}{2}(\theta_1 - \theta_2)\right) * \text{sen}\left(\frac{1}{2}(\theta_1 + \theta_2)\right)$$

Si $\theta_1 = (Kx - \omega t)$ y $\theta_2 = (Kx - \omega t + \varphi)$, reemplazando

$$\frac{1}{2}(\theta_1 - \theta_2) = \frac{1}{2}((Kx - \omega t) - (Kx - \omega t + \varphi))$$

$$\frac{1}{2}(\theta_1 - \theta_2) = \frac{1}{2}(-\varphi)$$

$$\frac{1}{2}(\theta_1 + \theta_2) = \frac{1}{2}((Kx - \omega t) + (Kx - \omega t + \varphi)) = \frac{1}{2} * (2Kx - 2\omega t) + \varphi$$

$$\frac{1}{2}(\theta_1 + \theta_2) = \frac{1}{2} * (2Kx - 2\omega t) + \varphi$$

Se obtiene.

$$\frac{1}{2}(\theta_1 - \theta_2) = -\frac{1}{2}\varphi$$

$$\frac{1}{2}(\theta_1 + \theta_2) = Kx - \omega t + \frac{1}{2}\varphi$$

Así la ecuación de onda resultante es:

$$a_1 F_{(x,t)} + a_2 F_{(x,t)} = 2A_0 * \cos\left(-\frac{1}{2}\varphi\right) * \text{sen}\left(Kx - \omega t + \frac{1}{2}\varphi\right)$$

Teniendo en cuenta que $\cos\left(-\frac{1}{2}\varphi\right) = \cos\left(\frac{1}{2}\varphi\right)$

$$a_1 F_{(x,t)} + a_2 F_{(x,t)} = 2A_0 \cos\left(\frac{1}{2}\varphi\right) \text{sen}\left(Kx - \omega t + \frac{1}{2}\varphi\right)$$

Esta ecuación describe la superposición de 2 ondas armónicas que están en fase, que generan como resultado otra onda armónica, con el mismo número de onda K y de la misma frecuencia.

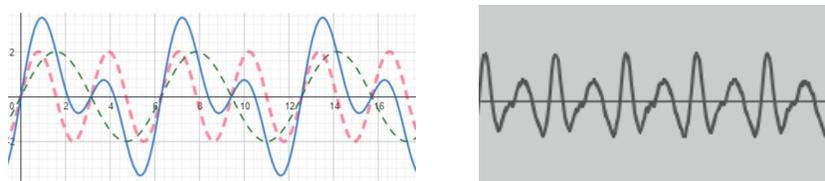
Adicionalmente en el caso particular en el que la diferencia de fase es $\varphi = 0$, y considerando que $\cos(0) = 1$

$$a_1 F_{(x,t)} + a_2 F_{(x,t)} = 2A_0 \cos(0) \text{sen}(Kx - \omega t + 0)$$

$$a_1 F_{(x,t)} + a_2 F_{(x,t)} = 2A_0 \text{sen}(Kx - \omega t)$$

La onda resultante posee 2 veces la amplitud A_0 generando una interferencia constructiva.

Ilustración 3 Ondas superpuestas



Nota: La onda en azul es la resultante de la interacción entre onda roja y verde, al lado captura en el software de producción de audio, producto de superponer tonos. Elaboración propia.

De este principio surgen los modelos que permiten relacionar el comportamiento de los patrones obtenidos por los instrumentos de captura de audio, con los conceptos de frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda, que son del interés de la presente propuesta, Ilustración 3.

CAPÍTULO III

Propuesta pedagógica y Metodología.

3.1. PROPUESTA PEDAGÓGICA.

La presente investigación busca alcanzar los objetivos de aprendizaje que están estrechamente relacionados con los fenómenos sonoros, el desarrollo de la estrategia que permitiría alcanzar dicho objetivo se planteó bajo los parámetros de la investigación didáctica, que busca la aproximación de los estudiantes a los conceptos desde la indagación de sus conocimientos previos, ajustando los objetivos de enseñanza a las necesidades de los estudiantes, bajo una óptica constructivista, para este fin se aplica el modelo Predigo Observo Explico (P.O.E.).

3.1.1. Predigo Observo Explico

Esta metodología fue propuesta por Champagne, Koplér y Anderson en (1980) con el fin de investigar el pensamiento de los estudiantes que cursaban el primer año de física en la Universidad de Pittsburg, esta estrategia además de permitir movilizar las ideas previas de los estudiantes, los enfrentaba a situaciones experimentales, obteniendo respuestas no postizas sobre el conocimiento adquirido y logrando la participación de los alumnos más reacios a participar activamente de clase, (Alfaro, s.f.).

Cada una de las etapas del POE¹⁶ tienen como objetivo:

Predecir:

- Se propone a los estudiantes anticipar un resultado, razonando lo que creían que ocurría en diversas situaciones relacionadas con un experimento. Buscando que las predicciones

¹⁶ Descripción basada en el trabajo de (Durán & Ramírez, 2016), aplicada en el estudio del sonido en el departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional, haciendo uso del tubo de Rubens

o ideas de los estudiantes guíen la actividad en la búsqueda de lo desconocido y no en la asimilación pasiva de hechos y conocimientos (Feixas, 2012).

Observar:

- Se desarrollan las mismas actividades que se plantearon anteriormente con la diferencia que esta vez los estudiantes observarán directamente la situación con el experimento. Lo que se espera de esta actividad es que los estudiantes registren sus observaciones y a nivel cognitivo reflexionen sobre los conocimientos utilizados que los llevaron a hacer una predicción correcta o incorrecta.

Explicar:

- Esta es la tarea final y permite que los estudiantes reflexionen sobre la estrategia y métodos empleados en la solución de las situaciones observadas. En ese sentido, se espera que ellos hicieran la comparación de lo predicho con lo observado para dar explicación de las similitudes y/o diferencias. Para esta comparación se debe tener en cuenta: mencionar el qué, cómo y por qué ocurre lo observado reconciliando cualquier conflicto entre su predicción y observación.

A modo general esta metodología persigue el objetivo de que los estudiantes tomen conciencia de lo que habían comprendido, posiblemente despertando su curiosidad por querer investigar las causas y consecuencias de algunos eventos, teniendo como base los fenómenos estudiados mediante la experimentación.

3.2. METODOLOGÍA.

3.2.1. Aprendizaje basado en diseños.

La metodología elegida para el desarrollo de la presente propuesta de aula es el aprendizaje basado en diseños, puesto que está permite indagar en ambientes de aprendizaje que involucren tanto el trabajo experimental como las tecnologías de la información y la comunicación, en la búsqueda del aprendizaje de los estudiantes (Durán & Ramírez, 2016) , citando a (Rinaudo & Donolo, 2010). Esta metodología consta de tres fases:

- La fase de preparación del diseño donde se define el objetivo principal del diseño y los conceptos o teorías que se van a abordar.
- La fase de implementación, se describe el paso a paso de la intervención llevada a cabo en el escenario educativo.
- La fase de análisis en la que se evalúa y se reflexiona sobre los resultados obtenidos en la implementación de manera que se pueda pensar en mejorar el diseño.

CAPITULO IV

Aplicación de la propuesta.

En este capítulo se especifican los aspectos considerados durante el proceso de desarrollo de las fases indicadas en la metodología de aprendizaje basada en diseños, buscando la aplicación de la propuesta pedagógica bajo los lineamientos del P.O.E.

4.1. FASE DE PREPARACIÓN.

Inicialmente se determinaron los objetivos de aprendizaje pertinentes para ser aplicados en el contexto de la I.E.D. Bilbao, de acuerdo con el M.E.N.¹⁷ (Formar en ciencias el desafío., 2004) y (Derechos básicos de aprendizaje de ciencias naturales, 2016) son:

4.1.1. Objetivos de aprendizaje de los estándares.

- “Explico las cualidades del sonido (tono, intensidad, timbre...) a partir de las características del fenómeno ondulatorio (longitud de onda, frecuencia, amplitud).”
- “Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.”

4.1.2. Objetivos de aprendizaje de los derechos básicos de aprendizaje.

- “Clasifico los sonidos según su tono, volumen y fuente.”

4.1.3. Software y herramientas seleccionadas.

Para efectos del presente trabajo, se utiliza el software de código abierto REAPER, diseñado para la producción de audio, que cuenta con múltiples alternativas para el tratamiento de las capturas de audio, permite experimentar con una amplia gama de herramientas desarrolladas

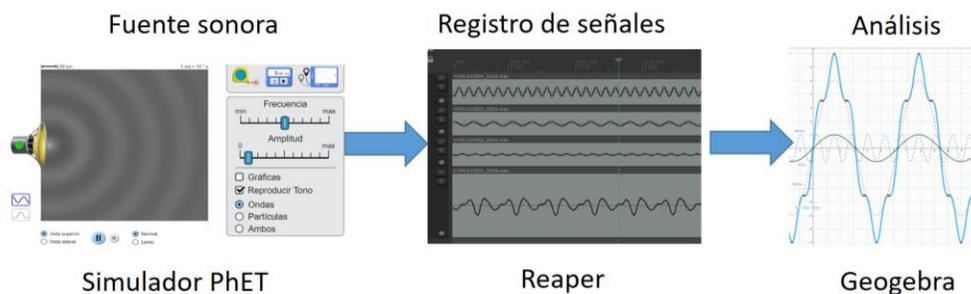
¹⁷ De manera paralela al trabajo expuesto en la página 29

por sus usuarios. Para la presente propuesta se hace uso de su herramienta primordial, la regleta o línea del tiempo, ya que está facilita la tarea de presentar la relación sonido-onda, mediante el estímulo de los sentidos visual y auditivo de los estudiantes.

Buscando ampliar el alcance de las situaciones experimentales buscando la comprensión de la temática y de las herramientas, se propone el uso del ecualizador y osciloscopio pertenecientes al software REAPER, para analizar en tiempo real diferentes fuentes sonoras.

Adicionalmente se plantea el uso del simulador de ondas desarrollado por (Rouinfar, s.f.) disponible en la plataforma PhET¹⁸, que presenta una experiencia de laboratorio virtual, y permite la generación de sonido en frecuencias específicas, que son de utilidad en la presente propuesta ya que facilitan el proceso de análisis y producción de gráficos que se espera desarrollar con geogebra.

Ilustración 4 Diagrama tratamiento del sonido en la propuesta..



Nota: Papel de las herramientas en el tratamiento del sonido dentro de la experiencia. Elaboración propia.

Los requisitos de funcionamiento del software mencionado, se ajustan a los componentes disponibles en los equipos de cómputo de la I.E.D. Bilbao para uso de los docentes,

¹⁸ https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_es.html.

adicionalmente son de uso libre o de licencia compartida¹⁹. Para el proceso de comunicación con los estudiantes sincrónicos, se requiere la conexión estable a internet.

4.1.4. Caracterización de los estudiantes

Los estudiantes a los que se dirige la propuesta cursan grado 11°, están en un rango de edad entre los 16 y 19 años, habitan en la localidad 11 de Bogotá en barrios de estratificación socioeconómica uno, dos y tres, 53 hombres y 29 mujeres. 41 pertenecen al grado 11°A y 41 al grado 11°B.

Estos estudiantes de la I.E.D. Bilbao al momento de la aplicación de la propuesta, ya habían cumplido con la aplicación de la prueba de estado, y estaban próximos a terminar su último periodo académico. Debido a esta situación, los espacios de la clase de física destinados para la implementación de la presente propuesta, en ocasiones se superponían con actividades institucionales relacionadas con la planeación de las actividades de grado, orientación del futuro académico de los estudiantes.

En el marco de la pandemia y a causa de que la institución se encontraba en un proceso de reincorporación gradual de estudiantes y docentes a la presencialidad, la cantidad de estudiantes sincrónicos variaron constantemente, la puntualidad en la asistencia a las clases estuvo condicionada por cambios en lugar de origen de las clases correspondientes a los demás espacios académicos.

4.1.5. Actividades experimentales.

Contando con las herramientas dispuestas en el software REAPER para la captura de datos, usando el simulador PhET para la emisión de sonido en frecuencias específicas y de la

¹⁹ las condiciones de uso y la descripción detallada de cada uno se encuentran en Anexo 1.

melódica como fuente de sonidos con armónicos se proponen las siguientes situaciones experimentales delimitadas por la selección de las competencias a abordar, tabla 5, y buscando la implementación del P.O.E. en relación al estudio de fenómenos asociados al sonido.

- *Actividad experimental # 1.*

El docente presenta las herramientas a usar a lo largo del desarrollo de la propuesta:

- Del simulador PhET y melódica se producen sonidos variando su frecuencia y amplitud, demostrando como se generan en los instrumentos de captura presentes en REAPER registros en tiempo real. Se busca que los estudiantes experimenten a través de su oído los efectos generados por el sonido y establezcan relaciones entre el comportamiento de la fuente sonora y las curvas arrojadas en las herramientas.
- De REAPER, se presenta la herramienta osciloscopio, se expone su funcionamiento y su capacidad de registro (máximo 2 segundos en tiempo real), posteriormente se demuestra como las señales registradas pueden ser capturadas por largos periodos de tiempo haciendo uso de la regleta o línea del tiempo presente en REAPER. Se busca que los estudiantes comprendan de donde provienen las señales registradas en la línea del tiempo que se analizarán en fases posteriores.
- Usando las señales provenientes del simulador PhET y melódica registradas en la línea del tiempo, se demuestra mediante la manipulación de la regleta cómo se puede ampliar la resolución de la señal de audio obtenida en función del tiempo. Buscando presentar a los estudiantes la escala de la medición y los posibles comportamientos de la señal en relación a los cambios producidos en la fuente de las señales registradas.

- *Actividad Experimental # 2.*

Se realiza la captura del sonido en el software REAPER mientras se manipula el simulador PhET y la melódica, bajo tres dinámicas principales.

- Produciendo en cada uno sonidos de frecuencia y amplitud intermedia²⁰, permitiendo al estudiante comparar mediante el ecualizador la naturaleza de las fuentes sonoras, con o sin armónicos.
- Produciendo en cada uno sonidos en los que varía el tono, permitiendo al estudiante identificar los efectos de un sonido grave o agudo en los instrumentos de captura (ecualizador y osciloscopio).
- Produciendo en cada uno sonidos en los que varía la potencia, permitiendo al estudiante identificar los efectos de un sonido grave o agudo en los instrumentos de captura (ecualizador y osciloscopio).

Los estudiantes basados en sus observaciones, generan representaciones en las que se espera que hagan uso incluso de geogebra, que es una herramienta utilizada habitualmente en sus espacio de clase de matemáticas, encontrando relación entre los elementos capturados en la línea del tiempo, y sus conocimientos alrededor de las funciones sinusoidales²¹, para este fin:

- El docente replica las señales obtenidas en la línea del tiempo, manipulando el software, de ser posible siendo dirigido por el grupo de estudiantes.

²⁰ El simulador produce sonidos entre 200Hz y 400Hz

²¹ Si bien el análisis de funciones trigonométricas no corresponde al mismo espacio académico, juega un papel importante en la relación entre las ondas mecánicas y los conceptos derivados de su modelación.

- *Actividad Experimental # 3.*

Mientras se realiza la captura del sonido en el software REAPER manipulando el simulador PhET:

- Los estudiantes proponen al docente los sonidos a emitir en el simulador PhET, obteniendo en REAPER los patrones de onda que ellos predicen van a obtener.

Haciendo uso de geogebra y los registros obtenidos previamente:

- El docente emula una de las ondas registradas en la línea de tiempo haciendo uso de geogebra, aclarando la relación entre las unidades de medida usadas en la actividad experimental y el tratamiento matemático asociado a la función de onda.
- Los estudiantes haciendo uso de geogebra proponen diferentes curvas, describen como sería su comportamiento si se trataran de señales de audio (al cambiar la longitud o amplitud de la onda).
- Los estudiantes discuten en relación a las posibles características de las fuentes sonoras, discriminando entre la señal obtenida por una fuente que posee o no armónicos.

4.1.6. Herramientas de evaluación.

Las herramientas de evaluación que se presentan en este apartado se plantearon considerando el contexto de la pandemia, fueron desarrolladas para ser aplicadas en los entornos virtuales aprovechando la oportunidad de presentar e intercambiar material multimedia con el grupo de estudiantes durante los diferentes momentos de evaluación. Sin embargo, debido a la transición a la presencialidad que se dio en la I.E.D. Bilbao durante la implementación de la propuesta, algunas de estas herramientas tuvieron que ser readaptadas o aplicadas en momentos diferentes a los contemplados en la fase de desarrollo.

Las herramientas de evaluación, los aspectos considerados durante su desarrollo y las modificaciones aplicadas se abordan a continuación:

- *Test de conocimientos previos.*

Este test se desarrolló para ser aplicado como formulario digital, vía google forms para los estudiantes sincrónicos. En el escenario presencial se aplicó el test haciendo uso de guías y proyectando por videobeam las imágenes incorporadas en el mismo. Es posible acceder al test a través del enlace <https://forms.gle/7eTX5FisPQL1xRVS6>, en el mismo se presentan siete preguntas cuyo objetivo es.

Tabla 6 Objetivos y preguntas de test de conocimientos previos

<i>Pregunta</i>	<i>Objetivo: La pregunta busca determinar la comprensión de los estudiantes en torno a:</i>	<i>Como se plantea el objetivo en la pregunta</i>		
1	El papel que juegan los elementos de la propuesta en la comunicación y la experiencia.	Relacionando los elementos de las columnas ²² . <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> Herramientas de la propuesta *Auriculares / Bafles. *Micrófono. *Voz o instrumento. *Aire/cable/fibra óptica.. *Computador. </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> Papel en la comunicación *Recepción del sonido. *Captura del sonido. *Origen del sonido. *Transmisión del sonido. *Procesamiento del sonido. </td> </tr> </table>	Herramientas de la propuesta *Auriculares / Bafles. *Micrófono. *Voz o instrumento. *Aire/cable/fibra óptica.. *Computador.	Papel en la comunicación *Recepción del sonido. *Captura del sonido. *Origen del sonido. *Transmisión del sonido. *Procesamiento del sonido.
Herramientas de la propuesta *Auriculares / Bafles. *Micrófono. *Voz o instrumento. *Aire/cable/fibra óptica.. *Computador.	Papel en la comunicación *Recepción del sonido. *Captura del sonido. *Origen del sonido. *Transmisión del sonido. *Procesamiento del sonido.			
2	El funcionamiento del Ecuilizador como herramienta y las relaciones presentes entre las curvas registradas en el mismo y el cambio de tono.	Respondiendo, al observar un pico registrado en las frecuencias bajas del ecualizador, corresponde a un sonido: *grave. *agudo. *percusivo. *ruido.		
3	La naturaleza de las magnitudes y unidades de medida presentes en el ecualizador.	Respondiendo al observar el ecualizador antes de recibir alguna señal, donde se observan las escalas		

²² Para evitar confusiones relacionadas con el sentido del sonido, en esta pregunta se propone una situación donde se emite una llamada.

		<p>de medición en Hertz y decibeles, si este está diseñado para medir directamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Frecuencias y tiempo. *Frecuencias y potencias. *Potencias y tiempo. *Distancias y tiempo.
4	La relación entre las variables de la producción del sonido que influyen en los resultados obtenidos en el ecualizador.	<p>Respondiendo al observar dos imágenes de señales capturadas en el ecualizador, donde se evidencia un cambio de tamaño mas no de posición de un pico, si el cambio que se produce está dado por.</p> <ul style="list-style-type: none"> *Una variación de volumen. *Una variación de frecuencia. *Una variación de duración. *No hubo cambios
5	El comportamiento de las funciones sinusoidales y el papel que estas juegan en la modelación de las ondas sonoras.	<p>Seleccionando el comportamiento gráfico que más se aproxima al registro obtenido si en una línea del tiempo se registran pulsos sonoros periódicos, se plantean las opciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> *Constante *Exponencial *Sinusoidal *lineal
6	El comportamiento de las señales obtenidas en la línea del tiempo en relación a cambios de tono.	<p>Seleccionando el comportamiento de la señal que se obtiene en la línea de tiempo, Si desde una fuente se emite un sonido que va de grave a agudo. Se espera que en ese caso los picos de la señal estén:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Juntos a separados *Siempre juntos *Separados a juntos *Siempre separados
7	El dominio de los conceptos de potencia y frecuencia en relación con la línea del tiempo.	<p>Respondiendo tras observar una señal capturada en la línea del tiempo en la que disminuye su amplitud hasta llegar a cero, si la misma</p> <ul style="list-style-type: none"> * Gana potencia. * Pierde potencia. * Aumenta su frecuencia * Disminuye su frecuencia.

Esta tabla presenta la estructura con la que se desarrolló el formulario aplicado en el aula.

- *Formulario de registro de datos.*

El formulario se planteó para ser diligenciado por los estudiantes sobre una plantilla en Word que permitía registrar en dibujos y observaciones²³, en el desarrollo de encuentros sincrónicos el mismo podía ser compartido con el grupo de estudiantes por el chat de la clase, el formulario consta de seis apartados:

Tabla 7 Objetivos y preguntas de formulario de registro de datos

Durante la implementación de la actividad experimental #2		
Apartado	Objetivo	Actividad a cargo del estudiante
1.	Recolectar información concerniente a las competencias de observación y recolección de datos del grupo de estudiantes, con el fin de establecer elementos que aporten	Tras observar la manipulación del Ecuilibrador: Registra: <ul style="list-style-type: none"> • El comportamiento del sonido generado en el simulador. • El comportamiento del sonido generado por la voz o un instrumento. • El comportamiento de un sonido grave. • El comportamiento de un sonido agudo. • El comportamiento de un sonido fuerte. • El comportamiento de un sonido débil. • Naturaleza de las unidades presentes en el ecualizador.
2.	posteriormente a la comparativa de desempeño tras la aplicación total de la presente propuesta.	Tras observar el comportamiento de las ondas en la línea del tiempo, dibuja en los espacios: <ul style="list-style-type: none"> • El comportamiento de un sonido grave. • El comportamiento de un sonido agudo. • El comportamiento de un sonido que es agudo y se hace grave. • El comportamiento de un sonido grave que se hace agudo. • El comportamiento de un sonido que se va fortaleciendo. • El comportamiento de un sonido que se va debilitando.
Posterior a la aplicación de la actividad experimental #2		
3.	Monitorear el desarrollo de la comprensión de los elementos y su papel en la propuesta.	Describe el papel que juega cada uno de estos elementos en la experiencia. <ul style="list-style-type: none"> *Micrófono. *Voz. *Audífonos/ bafles. *Ecuilibrador. *Línea de tiempo. *Osciloscopio. *Aire, cable, fibra óptica. *Computador.
4.		Describe los cambios producidos en una función sinusoidal:

²³ Disponible en <https://docs.google.com/document/d/13MT1y5C7R1k9pTsJUTpkjYDtOi3hT2ux/edit>

	Recolectar información que permita establecer el nivel de dominio de conocimientos previos asociados al dominio de funciones trigonométricas.	<ul style="list-style-type: none"> • Al variar su Angulo. • Al ser multiplicada por un escalar.
5.		<p>Observe un gráfico donde se suman 3 funciones sinusoidales y:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describe el motivo por el cual una función, que, aunque proviene de sumar 3 funciones sinusoidales no posee la misma forma, que las funciones de origen • Expone las relaciones que encuentra entre las funciones sinusoidales analizadas y alguna de las observaciones realizadas en el programa de captura de sonido.
6.	Conocer y registrar la percepción de los estudiantes tras la interacción con los elementos que permean la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Expone su percepción sobre la experiencia de clase e implementación de la propuesta.

Esta tabla presenta la estructura con la que se desarrolló el formato de registro de datos usado en el desarrollo de la clase.

En el escenario de implementación debido al carácter presencial de la clase, los estudiantes realizaron las observaciones asociadas al ecualizador en hojas cuadriculadas, posteriormente se hizo entrega del formulario impreso, el cual se usó para las observaciones propuestas en la línea del tiempo, el análisis de funciones sinusoidales y la recolección de impresiones de los estudiantes sobre la implementación de la propuesta.

- *Apuntes y sustentación de elementos teóricos.*

Durante la planeación de las actividades diseñadas para la propuesta, se esperaba que los estudiantes tuvieran una participación activa y tomaran apuntes de clase, principalmente durante los espacios de clase magistral y aquellos de intercambio de conocimientos que surgen naturalmente al interior de las clases, estos apuntes, participaciones y capturas de pantalla, serían recolectados por medio del chat y la grabación de la clase.

A causa del proceso de reincorporación presencial a clases no fue posible usar el medio de recolección planeado, esto genero la imposibilidad de establecer una fuente estandarizada

que recogiera las impresiones y el trabajo desarrollado de forma autónoma por los estudiantes. Por esta razón, se utilizan citas textuales de las participaciones de clase, fotografías de los apuntes presentes en los cuadernos, documentos digitales, impresiones digitales, según sea el caso, como evidencia de apuntes y participación.

- *Ondas, cuestionario final.*

Este test se desarrolló para ser aplicado como formulario digital, con preguntas acompañadas de material multimedia. En el escenario presencial se aplicó el test haciendo uso de la sala de sistemas buscando simular el escenario de aplicación virtual, es posible acceder al test a través del enlace <https://forms.gle/cJUmdCDa2WJVtMdX7>, en el mismo además de presentar las preguntas provenientes del **test de conocimientos previos**, Se incluyen cuatro preguntas cuyo objetivo es.

Tabla 8 Objetivos y preguntas de Ondas, cuestionario final.

<i>Pregunta</i>	<i>Objetivo: determinar la opinión de los estudiantes en torno a:</i>	<i>Como se plantea el objetivo en la pregunta</i>
1	El aporte de la propuesta en el desarrollo de la clase.	El uso del software de producción de audio y las herramientas que permitieron abordar las ondas de una manera visual, desde su punto de vista. <ul style="list-style-type: none"> • Facilita la comprensión del tema. • Dificulta la comprensión del tema. • No suma ni resta, es equivalente a las clases tradicionales de tablero. • Otro:
2	La adaptación de las dinámicas generadas en clase, a causa de los constantes cambios de la naturaleza presencial o sincrónica con la que del grupo afronto la propuesta.	En relación al uso del software, este aporta más a la clase cuando las grabaciones obtenidas y los ejemplos son presentados: <ul style="list-style-type: none"> • Con el micrófono en el aula clase. • En videos realizados en un lugar diferente al aula de clase. • En videos, que puede ser consultados fuera de clase.

3	Las dificultades y las oportunidades de mejora que asociadas a la aplicación de la propuesta.	Mencione el o los aspectos que desde su punto de vista dificultaron la aplicación de la propuesta, indicando como se podrían mejorar los mismos:
4	Los puntos fuertes de la propuesta y la detección de amenazas asociadas a la aplicación de la misma	Mencione el o los aspectos positivos del trabajo realizado con el uso de software, si lo considera necesario indique como se podrían mejorar los mismos.

Esta tabla presenta la estructura con la que se desarrolló el cuestionario final aplicado en el aula.

4.1.7. Planeación de actividades.

Con el fin de alcanzar los objetivos de aprendizaje del M.E.N.²⁴ se diseñaron cuatro sesiones, delimitadas por las competencias pertinentes para la aplicación de la propuesta (tabla 5), competencias que se abordan mediante las actividades experimentales expuestas anteriormente que son el eje central de las sesiones, descritas a detalle entre las tablas 9 a 12.

4.1.7.1. Actividades sesión 1:

Presentar aspectos relacionados con el curso, las herramientas a usar y establecer los conocimientos previos.

Tabla 9 Actividades sesión 1

Sesión 1: (Herramientas y conocimientos previos)
Duración: 1 hora
Objetivos de la sesión: <ol style="list-style-type: none"> 1. Presentar a los estudiantes los objetivos de la propuesta, así como la metodología planteada. 2. Familiarizar a los estudiantes con las herramientas que se utilizarán en el curso. 3. Establecer los conocimientos previos de los estudiantes en relación a los fenómenos sonoros.
Competencias presentes en los estándares del MEN: <ul style="list-style-type: none"> • Por tratarse de una sesión introductoria aún no se abordan estas competencias.
Papel del profesor: <ul style="list-style-type: none"> • Expondrá los objetivos de las sesiones, así como los resultados esperados tras implementar la propuesta. • Realizará las explicaciones sobre las herramientas que se utilizarán a lo largo de la implementación. • Aplicará un test de conocimientos previos.
Papel de los estudiantes: <ul style="list-style-type: none"> • Atenderán las explicaciones del docente.

²⁴ Expuestos en la página 41

<ul style="list-style-type: none"> • Formularan las preguntas correspondientes. • Diligenciaran el test de conocimientos previos.
<p>Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Presentación y alcances del curso: <ul style="list-style-type: none"> • El profesor presenta los objetivos, resultados de aprendizaje, competencias y conceptos que se desarrollarán en el curso. 2. Clase magistral. El docente: <ul style="list-style-type: none"> • Presenta las herramientas dispuestas para la experiencia de laboratorio, prosigue implementando la Actividad experimental # 1. 3. Conocimientos previos y apropiación de la sesión (actividad de trabajo independiente). <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes resolverán el test de conocimientos previos.
<p>Resultados esperados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los estudiantes diligencian el formulario de conocimientos previos. 2. Los estudiantes empiecen a familiarizarse con las herramientas a emplear en el curso. 3. Despertar la curiosidad en el grupo de estudiantes a través del uso de las herramientas digitales usadas en la clase.

Esta tabla presenta los lineamientos a tener en cuenta durante la implementación de la sesión 1.

4.1.7.2. *Actividades sesión 2:*

Observación de los fenómenos acústicos, producto de los cambios de frecuencia o potencia en las fuentes sonoras y registro de datos experimentales.

Tabla 10 Actividades sesión 2.

Segunda sesión. (Observación y registro de datos)
Duración: 1 hora
<p>Objetivos de la sesión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Afianzar la comprensión de la propuesta y de las actividades a realizar por medio de la retroalimentación de la primera sesión. 2. Establecer el nivel de dominio que tienen los estudiantes en las actividades relacionadas con el registro, medición, e identificación de los elementos presentes en una experiencia de tipo científico académico. 3. Establecer los conocimientos de los estudiantes en relación al reconocimiento gráfico de las funciones seno y coseno, y los elementos que influyen en su cambio de forma.
<p>Competencias presentes en los estándares del MEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. • Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos. • Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes. • Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos, tablas. • Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.

<ul style="list-style-type: none"> • Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento. • Identifico y verifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).
<p>Papel del profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentará a los estudiantes situaciones que facilitan la identificación de las variables presentes en la actividad experimental y manipulará los instrumentos virtuales involucrados. • Explicará el Formulario de registro de datos.
<p>Papel del estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tomarán apuntes de los gráficos generados en las herramientas. • Establecerán las magnitudes físicas involucradas en la actividad experimental. • Diligenciarán Formulario de registro de datos. • Expondrán su conocimiento en relación con el comportamiento de funciones trigonométricas (sinusoidales).
<p>Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retroalimentación: <ul style="list-style-type: none"> • El docente presenta a los estudiantes los resultados obtenidos por el curso en relación a las preguntas planteadas en la primera sesión, reforzando y explicando los conceptos en los que el grupo presentó mayores dificultades. 2. Actividad experimental y toma de datos: <ul style="list-style-type: none"> • El docente presenta el comportamiento de las herramientas, prosigue implementando la Actividad experimental # 2 • Los estudiantes, tras la presentación de cada situación planteada en la actividad experimental, diligencian los apartados 1 y 2 de Formulario de registro de datos. 3. Evaluación de nuevos conocimientos: <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes observan a través de imágenes el comportamiento de gráficos, y diligencian los apartados 3, 4 y 5 de Formulario de registro de datos. 4. Opinión sobre la propuesta <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes diligencian el apartado 6 de Formulario de registro de datos.
<p>Resultados esperados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes establecen relaciones entre la manipulación de las variables y los cambios obtenidos en sus registros. • Los estudiantes encuentran relación entre las observaciones realizadas en el programa de captura de sonido y las funciones sinusoidales.

Esta tabla presenta los lineamientos a tener en cuenta durante la implementación de la sesión 2.

4.1.7.3. Actividades sesión 3:

Análisis de datos tomados por el grupo y formalización del conocimiento.

Tabla 11 Actividades sesión 3.

Tercera sesión. (Análisis de datos, formalización del conocimiento)
Duración: 2 horas
<p>Objetivos de la sesión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer el papel que juega cada herramienta en los resultados obtenidos experimentalmente. 2. Hacer uso de lenguaje científico durante las intervenciones de los estudiantes. 3. Observar la dinámica alrededor de la comunicación y sustentación de los datos obtenidos por los estudiantes, mediada por el uso adecuado de la terminología científica. 4. Presentar la función de onda replicando patrones obtenidos en el simulador.
<p>Competencias presentes en los estándares del MEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulo preguntas específicas sobre una observación, sobre una experiencia o sobre las aplicaciones de teorías científicas. • Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados. • Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia. • Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados. • Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las de teorías científicas. • Comunico el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas y algebraicas.
<p>Papel del profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentará el lenguaje científico relacionado con cada apartado de la Actividad experimental # 2. • Demostrará el comportamiento de las funciones sinusoidales y su relación con el principio de superposición de ondas. • Promoverá la participación de los estudiantes a través del uso de sus apuntes en el Formulario de registro de datos para ejemplificar los conceptos abordados en clase.
<p>Papel del estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicar y sustentar los datos obtenidos haciendo uso del formulario de registro de datos durante la Actividad experimental # 2. • Realizar el manejo de datos que le permitan representar una onda a través de la función de onda o de un gráfico. • Registrar los resultados de la clase en apuntes y sustentación de elementos teóricos
<p>Actividades.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retroalimentación

<ul style="list-style-type: none"> • El docente presenta a los estudiantes los resultados obtenidos por el curso haciendo uso del formulario de registro de datos durante la Actividad experimental # 2, reforzando y explicando los conceptos en los que el grupo presentó mayores dificultades. <p>2. Clase magistral. Con base en los datos obtenidos en la segunda sesión el docente presenta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las características del fenómeno ondulatorio (Amplitud, longitud y frecuencia). • Las definiciones de tono, intensidad y audibilidad. • La relación entre una onda generada en el simulador y una función sinusoidal. • La relación entre una onda con armónicos, como las de voz y una función producto de una suma sinusoidal. <p>3. Ejercicios de aplicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se implementa la Actividad experimental #3
<p>Resultados esperados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes identifican la diferencia entre la calidad de la información obtenida tras culminar cada sesión. • Los estudiantes identifican mediante un proceso de autoevaluación las principales dificultades que se presentaron durante la experiencia, buscando no reincidir en las mismas. • Los estudiantes sustentan su trabajo de forma verbal o escrita (usando o analizando gráficos, tablas y funciones) • Los estudiantes participan activamente, generan comentarios positivos en relación a la propuesta implementada.

Esta tabla presenta los lineamientos a tener en cuenta durante la implementación de la sesión 3.

4.1.7.4. *Actividades sesión 4:*

Evaluación de conocimientos adquiridos y comparativa actitudinal.

Tabla 12 Actividades sesión 4

<i>Cuarta sesión. (evaluación de conocimientos, comparativa actitudinal)</i>
Duración: 1 hora
Objetivos de la sesión:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Afianzar los objetivos curriculares por medio de la aplicación de una evaluación de conocimientos con su respectiva retroalimentación. 2. Recopilar la información que permita establecer los resultados de la aplicación de la propuesta.

<p>Papel del profesor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dirigirá la sesión realizando la retroalimentación de manera constante basado en los datos recopilados. • Resolverá las dudas relacionadas con el funcionamiento del test ondas, cuestionario final.
<p>Papel del estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicará sus conocimientos en las situaciones planteadas en el apartado del test ondas, cuestionario final. • Realizará comentarios en relación a la propuesta aplicada en el test ondas, cuestionario final.
<p>Actividades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Presentación de la actividad. <ul style="list-style-type: none"> • El docente expone los aspectos a evaluar, tanto curriculares como relacionados con los cambios percibidos por los estudiantes en relación al trabajo científico y el papel de la física. 2. Evaluación y retroalimentación. <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes solucionan el test ondas, cuestionario final. 3. Conclusiones y cierre de la sesión. <ul style="list-style-type: none"> • El docente verifica con el grupo de estudiantes los objetivos planteados y los resultados obtenidos a lo largo de la propuesta, con el fin de generar un ambiente en el que se discuta la pertinencia de la propuesta, el uso de las herramientas y de la metodología, en pro de la construcción de un proceso académico que cumpla con las expectativas de estudiantes y docente.
<p>Resultados esperados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes cumplen con los objetivos curriculares • Los estudiantes califican de manera positiva la aplicación de la propuesta. • Los estudiantes realizan aportes a la clase, preguntando, construyendo y resolviendo las situaciones propuestas en la evaluación haciendo uso de lenguaje científico. • El docente encuentra mediante las herramientas de evaluación y la participación de los estudiantes los apartados fuertes de la propuesta, así como los aspectos por mejorar. • Docente y estudiantes encuentran relación entre la propuesta aplicada, sus expectativas y los lineamientos de la institución.

Esta tabla presenta los lineamientos a tener en cuenta durante la implementación de la sesión 4.

4.2. FASE DE IMPLEMENTACIÓN.

La implementación de la propuesta se llevó a cabo buscando alcanzar los objetivos planteados para cada sesión, la tasa de participación de los estudiantes, sujeta al proceso de alternancia se presenta a continuación:

Tabla 13 Asistencia de estudiantes por sesión.

Curso	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4
11 A	26	35	36	20
11 B	31	33	32	2
total	57	68	68	22

Esta tabla presenta la cantidad de estudiantes por curso que asistieron a cada sesión.

Del grupo total de 82 estudiantes estuvieron conectados sincrónicamente o ausentes.

Tabla 14 Porcentaje de asistencia por sesión.

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4
% conexión sincrónica	19%	12%	9%	5%
% Ausentes	29%	17%	17%	73%

Esta tabla presenta el porcentaje del grupo de 81 estudiantes ausentes, o asistentes por conexión sincrónica.

Con base en este registro de participación y con el fin de establecer objetivamente el alcance de la propuesta, se consideraron para la presentación de evidencias y la fase de análisis, únicamente los resultados que cumplen simultáneamente con los siguientes parámetros:

- Corresponden a los estudiantes que completaron el desarrollo de la sesión 4.
- Corresponden a estudiantes que desarrollaron las actividades de las sesiones 1, 2 y 3. y aportaron a tiempo la evidencia del trabajo realizado en dichas sesiones²⁵.

Del grupo de 22 estudiantes que cumplen con el primer parámetro, son solo 10 estudiantes los que cumplen con el segundo parámetro, nueve del grado 11°A y uno del grado 11°B.

²⁵ El trabajo de registro de evidencias, se vio afectado por las situaciones descritas en la caracterización de los estudiantes y por las disposiciones del calendario académico de la I.E.D. Bilbao, en el que se dio inicio a la aplicación de planes de mejoramiento, durante este periodo no se exige a los estudiantes la asistencia obligatoria a clases.

Estos 10 estudiantes serán el grupo al que se hará referencia en la fase de implementación y análisis de datos.

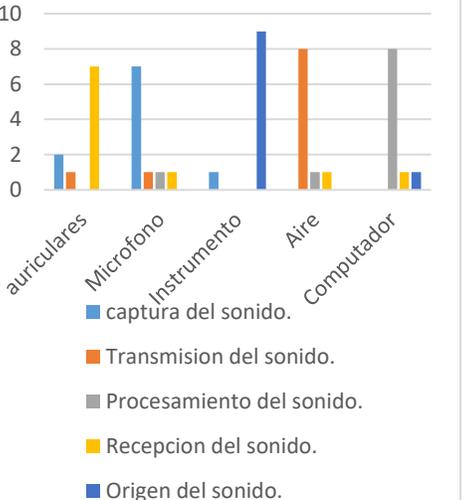
A continuación, de acuerdo a la naturaleza de las actividades planeadas para cada sesión, se presentan:

- Las evidencias de implementación, tomadas de las herramientas de evaluación.
- El análisis de los resultados obtenidos.
- Las conclusiones parciales respecto a los objetivos de cada sesión.

4.2.1. Sesión 1 (Herramientas y conocimientos previos).

Durante esta sesión se aplicó como instrumento de evaluación el **test de conocimientos previos**, del cual se obtuvieron las respuestas de los estudiantes, sean estas registradas vía formulario digital o por medio de guías, la evidencia de participación de los estudiantes se presenta a continuación.

Tabla 15 Evidencias de implementación, sesión 1

Como se plantea el objetivo en la pregunta	Evidencias ²⁶																																						
<p>Relacionando los elementos de las columnas.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Herramientas de la propuesta</p> <ul style="list-style-type: none"> *Auriculares / Baffles. *Micrófono. *Voz o instrumento. *Aire/cable/fibra óptica.. *Computador. </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Papel en la comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Recepción del sonido. *Captura del sonido. *Origen del sonido. *Transmisión del sonido. *Procesamiento del sonido. </td> </tr> </table>	<p>Herramientas de la propuesta</p> <ul style="list-style-type: none"> *Auriculares / Baffles. *Micrófono. *Voz o instrumento. *Aire/cable/fibra óptica.. *Computador. 	<p>Papel en la comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Recepción del sonido. *Captura del sonido. *Origen del sonido. *Transmisión del sonido. *Procesamiento del sonido. 	 <table border="1" style="display: none;"> <caption>Data for Bar Chart: Evidencias</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Origen del sonido</th> <th>Recepcion del sonido</th> <th>Procesamiento del sonido</th> <th>Transmision del sonido</th> <th>captura del sonido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>auriculares</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>7</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Microfono</td> <td>7</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Instrumento</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>9</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Computador</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Origen del sonido	Recepcion del sonido	Procesamiento del sonido	Transmision del sonido	captura del sonido	auriculares	2	0	0	7	1	Microfono	7	1	1	1	1	Instrumento	1	0	0	0	0	Aire	9	1	1	8	0	Computador	1	1	8	1	1
<p>Herramientas de la propuesta</p> <ul style="list-style-type: none"> *Auriculares / Baffles. *Micrófono. *Voz o instrumento. *Aire/cable/fibra óptica.. *Computador. 	<p>Papel en la comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Recepción del sonido. *Captura del sonido. *Origen del sonido. *Transmisión del sonido. *Procesamiento del sonido. 																																						
Categoría	Origen del sonido	Recepcion del sonido	Procesamiento del sonido	Transmision del sonido	captura del sonido																																		
auriculares	2	0	0	7	1																																		
Microfono	7	1	1	1	1																																		
Instrumento	1	0	0	0	0																																		
Aire	9	1	1	8	0																																		
Computador	1	1	8	1	1																																		

²⁶ Obtenidas de google forms y guías impresas trabajadas en el aula

<p>Respondiendo, al observar un pico registrado en las frecuencias bajas del ecualizador, corresponde a un sonido:</p> <ul style="list-style-type: none"> *grave. *agudo. *percutivo. *ruido. 	<p>sonido agudo 3</p> <p>sonido grave 4</p> <p>señal de ruido 2</p> <p>sonido percutivo 1</p>
<p>Respondiendo al observar el ecualizador antes de recibir alguna señal, donde se observan las escalas de medición en Hertz y decibeles, si este está diseñado para medir directamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Frecuencias y tiempo. *Frecuencias y potencias. *Potencias y tiempo. *Distancias y tiempo. 	<p>Frecuencias y tiempo 8</p> <p>frecuencias y potencias 1</p> <p>potencias y tiempo 0</p> <p>distancias y tiempo 1</p>
<p>Respondiendo al observar dos imágenes de señales capturadas en el ecualizador, donde se evidencia un cambio de tamaño mas no de posición de un pico, si el cambio que se produce está dado por.</p> <ul style="list-style-type: none"> *Una variación de volumen. *Una variación de frecuencia. *Una variación de duración. *No hubo cambios 	<p>volumen de la señal 7</p> <p>frecuencia de la señal 3</p> <p>Duración de la señal 0</p> <p>no hubo cambios 0</p>
<p>Seleccionando el comportamiento gráfico que más se aproxima al registro obtenido si en una línea del tiempo se registran pulsos sonoros periódicos, se plantean las opciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> *Constante *Exponencial *Sinusoidal *lineal 	<p>constante 1</p> <p>exponencial 0</p> <p>sinusoidal 9</p> <p>lineal 0</p>
<p>Seleccionando el comportamiento de la señal que se obtiene en la línea de tiempo, Si desde una fuente se emite un sonido que va de grave a agudo. Se espera que en ese caso los picos de la señal estén:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Juntos a separados *Siempre juntos *Separados a juntos *Siempre separados 	<p>juntos a separados 3</p> <p>Siempre juntos 1</p> <p>separados a juntos 5</p> <p>siempre separados 1</p>
<p>Respondiendo tras observar una señal capturada en la línea del tiempo en la que disminuye su amplitud hasta llegar a cero, si la misma</p> <ul style="list-style-type: none"> * Gana potencia. 	<p>va ganando potencia 1</p>

* Pierde potencia.	va perdiendo potencia	4
* Aumenta su frecuencia	aumenta su frecuencia	1
* Disminuye su frecuencia.	disminuye su frecuencia	4

En esta tabla se presentan las evidencias de la implementación de la sesión uno, tomadas al desarrollar el test de conocimientos previos.

Teniendo como base las evidencias expuestas anteriormente es posible realizar el siguiente análisis de resultados

Tabla 16 resultados esperados y dificultades de primera sesión.

Resultados esperados vs resultados obtenidos en la primera sesión	
Resultado esperado	Resultado obtenido
Los estudiantes diligencian el formulario de conocimientos previos.	Los 10 estudiantes diligenciaron el test 9 lo hicieron en el aula y 1 de manera sincrónica.
Los estudiantes empiecen a familiarizarse con las herramientas a emplear en el curso.	Se presentaron en el aula cada una de las herramientas, el nombre de las mismas y los patrones obtenidos se reforzó durante la aplicación del test.
Despertar la curiosidad en el grupo de estudiantes a través del uso de las herramientas digitales usadas en la clase.	Todos los estudiantes en el aula presentaron un mayor grado de atención en los espacios de uso de las herramientas, esto se vio reflejado en mayor tiempo de observación a la proyección del videobeam, y completo silencio, que no se daba en otros momentos.

En esta tabla se presentan los resultados obtenidos en relación con los resultados esperados de la primera sesión.

Conclusiones implementación sesión 1:

Se presentan a continuación los objetivos planteados para cada la sesión 1, al finalizar la sesión se establece que.

Tabla 17 Conclusiones de la implementación, sesión 1

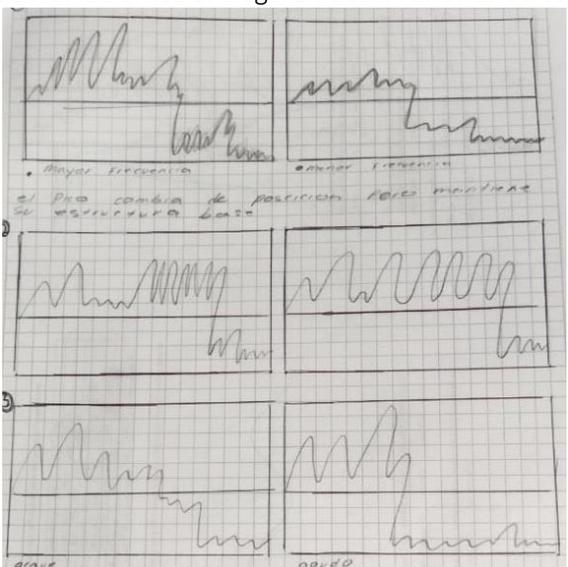
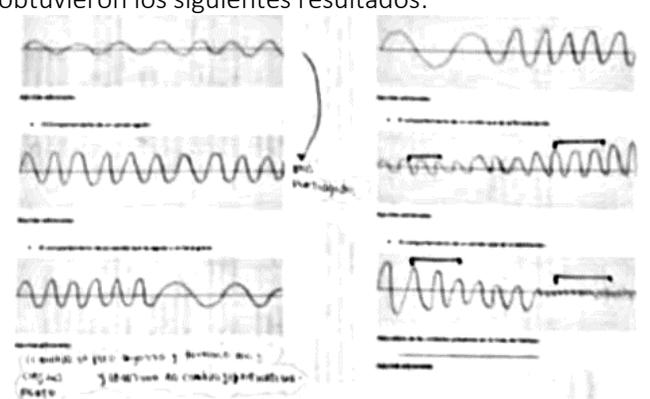
Objetivos sesión 1	Cumplido
1. Presentar a los estudiantes los objetivos de la propuesta, así como la metodología planteada.	Si, Se explicó al grupo la importancia del P.O.E. en la búsqueda de los objetivos de la propuesta, y como los resultados pueden aportar a su futuro y al desarrollo de las clases.
2. Familiarizar a los estudiantes con las herramientas que se utilizarán en el curso.	Si, los estudiantes interactuaron con el software, experimentando incluso los efectos del sonido del ambiente.
3. Establecer los conocimientos previos de los estudiantes en relación a los fenómenos sonoros	Si, la mayor aproximación del grupo a una respuesta correcta fue del 80%, la más alejada fue del 40%

En esta tabla se presentan las conclusiones de la implementación de la sesión 1 considerando los objetivos de la sesión.

4.2.2. Sesión 2 (Observación y registro de datos)

Durante esta sesión se aplicó como instrumento de evaluación el **formulario de registro de datos**, la solución a las actividades planteadas se presenta como evidencia a continuación.

Tabla 18 Evidencias de implementación, sesión 2

Durante la implementación de la actividad experimental #2	
Actividad a cargo del estudiante	Evidencia
<p>Tras observar la manipulación del Ecuilibrador: Registra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El comportamiento del sonido generado en el simulador. • El comportamiento del sonido generado por la voz o un instrumento. • El comportamiento de un sonido grave. • El comportamiento de un sonido agudo. • El comportamiento de un sonido fuerte. • El comportamiento de un sonido débil. • Naturaleza de las unidades presentes en el ecualizador. 	<p>9 de los 10 estudiantes entregaron observaciones de este tipo.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 1 estudiante tomó pantallazos de la sesión. • 8 estudiantes no tuvieron en cuenta las magnitudes o unidades de medida. • 2 de los estudiantes realizaron menos esquemas, pero realizaron anotaciones complementarias.
<p>Tras observar el comportamiento de las ondas en la línea del tiempo, dibuja en los espacios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El comportamiento de un sonido grave. • El comportamiento de un sonido agudo. • El comportamiento de un sonido que es agudo y se hace grave. • El comportamiento de un sonido grave que se hace agudo. 	<p>Se obtuvieron los siguientes resultados:</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 1 estudiante tomó pantallazos de la sesión.

<ul style="list-style-type: none"> • El comportamiento de un sonido que se va fortaleciendo. • El comportamiento de un sonido que se va debilitando. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los 9 estudiantes restantes acertaron con la forma de los gráficos, pero ninguno hizo uso de magnitudes o unidades de medida. • Fue necesario solicitar a los estudiantes ajustar los gráficos, ya que la resolución necesaria para observar un cambio de tono, es de milisegundos, por consiguiente ellos dibujaron la transición que ocurriría en un mayor tiempo o a causa de un cambio producido por una fuente externa al simulador PhET.
--	---

Posterior a la aplicación de la actividad experimental #2

<p>Describe el papel que juega cada uno de estos elementos en la experiencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> *Micrófono. *Línea de tiempo. *Voz. *Osciloscopio. *Audífonos/ bafles. *Aire, cable, fibra óptica. *Ecuador. *Computador. 	<p>Se obtuvieron los siguientes resultados:</p> <table border="1"> <tr><td>Micrófono.</td><td>Captura el sonido</td></tr> <tr><td>Voz.</td><td>Fuentes sonoras</td></tr> <tr><td>Audífonos/ bafles.</td><td>recepcion de sonido</td></tr> <tr><td>Ecuador.</td><td>Comportamiento de sonido</td></tr> <tr><td>Línea de tiempo.</td><td>realizar tiempo</td></tr> <tr><td>Osciloscopio.</td><td>comportamiento de ondas</td></tr> <tr><td>Aire, cable, fibra óptica.</td><td>Pulso eléctrico</td></tr> <tr><td>Computador.</td><td>Procesamiento de sonido</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> • 1 estudiantes no diligencio el papel que juega el computador • 8 estudiantes no hacen referencia al término frecuencia asociada al ecuador. • Ningún estudiante hace referencia al tiempo asociándolo al osciloscopio. • Ningún estudiante intercambio los roles de las herramientas. 	Micrófono.	Captura el sonido	Voz.	Fuentes sonoras	Audífonos/ bafles.	recepcion de sonido	Ecuador.	Comportamiento de sonido	Línea de tiempo.	realizar tiempo	Osciloscopio.	comportamiento de ondas	Aire, cable, fibra óptica.	Pulso eléctrico	Computador.	Procesamiento de sonido
Micrófono.	Captura el sonido																
Voz.	Fuentes sonoras																
Audífonos/ bafles.	recepcion de sonido																
Ecuador.	Comportamiento de sonido																
Línea de tiempo.	realizar tiempo																
Osciloscopio.	comportamiento de ondas																
Aire, cable, fibra óptica.	Pulso eléctrico																
Computador.	Procesamiento de sonido																

<p>Describe los cambios producidos en una función sinusoidal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al variar su Angulo. • Al ser multiplicada por un escalar. 	<p>Se obtuvieron los siguientes resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 de los 10 estudiantes no describen los cambios, pero usan la expresión “cambia su frecuencia”. • 4 estudiantes no responden la pregunta • 2 estudiantes describen acertadamente que al variar el Angulo “cambia la distancia entre las ondas” y al multiplicar un escalar “se reducen las ondas” • 1 estudiante escribe que, de acuerdo a los cambios, “se acorta el espacio o se hace más grande”
---	---

<p>Observe un gráfico donde se suman 3 funciones sinusoidales y:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describe el <u>motivo</u> por el cual una función, que, aunque proviene de sumar 3 funciones sinusoidales no posee la misma forma, que las funciones de origen • Expone las <u>relaciones</u> que encuentra entre las funciones 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 de los estudiantes no responde este ítem • 1 estudiante responde que el <u>motivo</u> es “por el sonido que se emite en ese momento”, no encuentra la <u>relación</u>. • 1 estudiante expone que encuentra <u>relación</u> entre este tipo de ondas y la voz, pero no describe el <u>motivo</u>. • 1 estudiante responde que el <u>motivo</u> es “por qué se están emitiendo sonidos” pero no encuentra ninguna <u>relación</u>. • 1 estudiante describe que el motivo es que “se genera como un frenado y pasa a otro comportamiento” y expone que la <u>relación</u> la encontró cuando “se tuvieron dos programas abiertos”
---	--

sinusoidales analizadas y alguna de las observaciones realizadas en el programa de captura de sonido.	
<ul style="list-style-type: none"> Expone su percepción sobre la experiencia de clase e implementación de la propuesta. 	<ul style="list-style-type: none"> 3 estudiantes no responden a este ítem. <p>Los restantes escribieron:</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy buena la clase, muy buena explicación del tema Muy interesante y bien explicado Fue bastante agradable y pude aprender un par de cosas Me parece un buen tema y que los equipos y herramientas que se utilizan son buenos, es una clase muy activa. Muy interesante y entretenido la metodología usando programas y video. Muy buena Muy interesante y nuevo para el curso

En esta tabla se presentan las evidencias de la implementación de la sesión dos, tomadas del formato de registro de datos.

Teniendo como base las evidencias expuestas anteriormente es posible realizar el siguiente análisis de resultados.

Tabla 19 resultados esperados y dificultades segunda sesión.

Resultados esperados vs resultados obtenidos en la segunda sesión	
Resultado esperado	Resultado obtenido
Los estudiantes establecen relaciones entre la manipulación de las variables y los cambios obtenidos en sus registros.	8 de 10 estudiantes si establecen algunas relaciones generales, como son la ubicación de picos en los sectores del ecualizador, y el cambio de tamaño o separación de las crestas en la línea del tiempo, pero no dan cuenta de las magnitudes asociadas.
Los estudiantes encuentran relación entre las observaciones realizadas en el programa de captura de sonido y las funciones sinusoidales.	Solo 2 de los estudiantes encuentra la relación entre las ondas con armónicos y la suma de funciones sinusoidales, los otros dos respondieron ambiguamente, 6 de los estudiantes no encuentran o dan cuenta de esta relación.
Despertar la curiosidad en el grupo de estudiantes a través del uso de las herramientas digitales usadas en la clase.	7 de los estudiantes dieron impresiones positivas sobre la implementación de la propuesta, durante la clase se generaron bastantes participaciones, es imposible determinar si estas provenían del grupo de 10 estudiantes.

En esta tabla se presentan los resultados obtenidos en relación con los resultados esperados de la segunda sesión.

Conclusiones implementación sesión 2:

Se presentan a continuación los objetivos planteados para la sesión 2, al finalizar la sesión se establece que.

Tabla 20 Conclusiones de la implementación, sesión 2

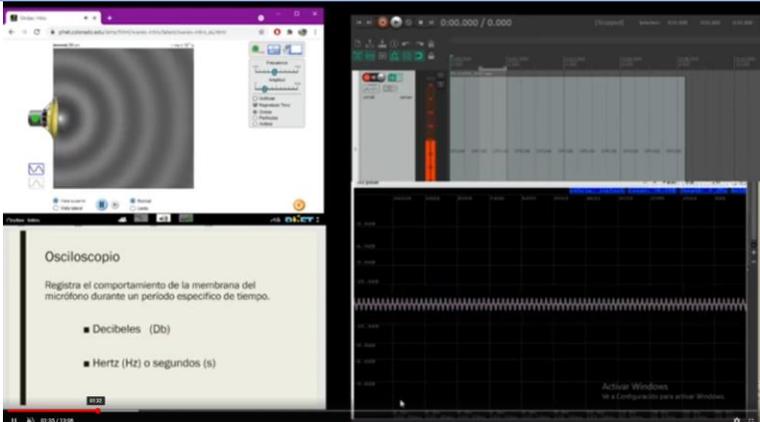
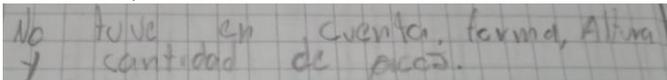
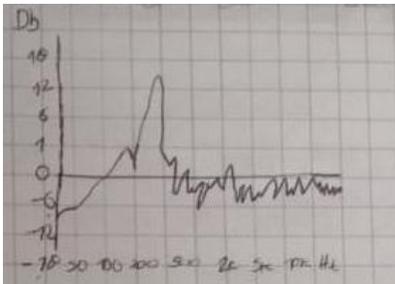
Objetivos sesión 2	Cumplido
1. Afianzar la comprensión de la propuesta y de las actividades a realizar por medio de la retroalimentación de la primera sesión.	Si, se evidencia por ejemplo en la evolución de los resultados asociados a la caracterización de las herramientas de la propuesta, donde los estudiantes respondieron de forma similar bajo la aplicación de la pregunta de forma abierta.
2. Establecer el nivel de dominio que tienen los estudiantes en las actividades relacionadas con el registro, medición, e identificación de los elementos presentes en una experiencia de tipo científico académico.	Si, se puede catalogar como un nivel de dominio bajo, principalmente relacionado con la medición de los elementos presentes en la experiencia, debido a esta falencia, aunque sus registros sean ordenados y comprendan el comportamiento de las herramientas, no pueden dar cuenta de cifras o establecer las razones de cambio necesarias para iniciar un análisis científico a partir de sus observaciones
3. Establecer los conocimientos de los estudiantes en relación al reconocimiento grafico de las funciones seno y coseno,	Si, Tomando como base las preguntas asociadas a este objetivo se puede afirmar que solo 2 de los 10 estudiantes poseen conocimientos suficientes en relación al comportamiento de estas funciones.

En esta tabla se presentan las conclusiones de la implementación de la sesión 2 considerando los objetivos de la sesión

4.2.3. Sesión 3 (Análisis de datos, formalización del conocimiento)

Durante el desarrollo de esta sesión, se aplicó como instrumento de evaluación **los apuntes y sustentación de elementos teóricos**, los aspectos tenidos en cuenta como evidencia se presentan a continuación.

Tabla 21 Evidencias de implementación, sesión 3

Actividades	Evidencia
<p>Clase magistral. Se abordaron las temáticas, retomando las observaciones tomadas en el formulario de observación de datos. Se puede observar en la parte izquierda de la pantalla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el simulador que producía el sonido y los temas a tratar. • A la derecha las herramientas de medición que soportaban la explicación. 	 <p>Esta disposición se aplicó para abordar los temas propuestos en la planeación de las actividades de la sesión 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las características del fenómeno ondulatorio (Amplitud, longitud y frecuencia). • Las definiciones de tono, intensidad y audibilidad. • La relación entre una onda generada en el simulador y una función sinusoidal. • La relación entre una onda con armónicos, como las de voz y una función producto de una suma sinusoidal.
<p>Análisis de las observaciones. A medida que se desarrollaba la clase y se discutían con los estudiantes de la sesión anterior, fue necesario abordar las deficiencias presentadas en las observaciones de los estudiantes.</p>	<p>Los estudiantes registraron las falencias presentes en sus observaciones previas</p>  <ul style="list-style-type: none"> • De los 10 estudiantes, 8 realizaron anotaciones relacionadas con sus falencias. • Los 8 estudiantes mencionan, no tener en cuenta forma o ubicación de los picos. • Solamente 2 estudiantes mencionan la ausencia de las unidades de medida
<p>Corrección de datos. A causa de la baja calidad de los datos obtenidos por los estudiantes, se pactó con el grupo usar datos de buena calidad, presentados por el docente para concluir la actividad y desarrollar, la actividad experimental # 3</p>	<p>Los estudiantes realizaron una observación previamente realizada en el ecualizador, que pretendía registrar el avance de las competencias de registro de datos, tras la autoevaluación, se obtuvo:</p> 

	<ul style="list-style-type: none"> • 8 de los estudiantes asignaron cantidades a los ejes de medida. • 4 de los estudiantes indicaron la magnitud asociada a cada eje. • 2 estudiantes dibujaron picos que no correspondían con la observación. • 8 estudiantes dibujaron los picos de manera precisa.
Implementación Actividad experimental # 3 Se realizaron las actividades propuestas en ese apartado, asociadas al manejo de geogebra para representar las señales obtenidas en la línea del tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes participaron activamente durante el desarrollo de esta actividad, algunos propusieron adecuadamente los cambios a aplicar en las funciones que permitirán representar adecuadamente las ondas, en función de sus cambios de amplitud o longitud. • Se registró en los cuadernos de todo el grupo el ejercicio que hacía las veces de ejemplo de desarrollo No hay evidencia que permita establecer si el grupo de 10 estudiantes realizó algún aporte de este tipo en la clase.

En esta tabla se presentan las evidencias de la implementación de la sesión 3, tomados de los apuntes y sustentación de elementos teóricos de los estudiantes.

Con base en las evidencias expuestas se realiza el siguiente análisis de resultados.

Tabla 22 Resultados esperados y dificultades tercera sesión

Resultados esperados vs resultados obtenidos en la tercera sesión	
Resultado esperado	Resultado obtenido
Los estudiantes identifican la diferencia entre la calidad de la información obtenida tras culminar cada sesión.	Si se obtuvo el resultado esperado, hay evidencia del registro de las falencias identificadas en el ejercicio de autoevaluación de las observaciones del grupo de 10 estudiantes.
Los estudiantes identifican mediante un proceso de autoevaluación las principales dificultades que se presentaron durante la experiencia, buscando no reincidir en las mismas.	Es un resultado no verificable, las dificultades percibidas por el grupo, se abordan en la cuarta sesión, lamentablemente no se logra recolectar la información que permita contrastar el progreso del discurso de los estudiantes en este sentido.
Los estudiantes sustentan su trabajo de forma verbal o escrita (usando o analizando gráficos, tablas y funciones)	8 de los estudiantes realizaron anotaciones descritas en el ejercicio de autoevaluación, todos realizaron el gráfico. No hay evidencia verificable, de que los 10 estudiantes generen sus propias tablas, o argumentan verbalmente sus conocimientos
Los estudiantes participan activamente, generan comentarios positivos en relación a la propuesta implementada.	Es un resultado no verificable, debido a la dificultad para determinar mediante la grabación de la clase cuáles estudiantes generaron comentarios a favor de la propuesta, los resultados individuales se contemplan y abordan individualmente en la cuarta sesión.

En esta tabla se presentan los resultados obtenidos en relación con los resultados esperados de la tercera sesión.

Conclusiones implementación sesión 3:

Se presentan a continuación los objetivos planteados para la sesión 2, al finalizar la sesión se establece que.

Tabla 23 Conclusiones de la implementación, sesión 3.

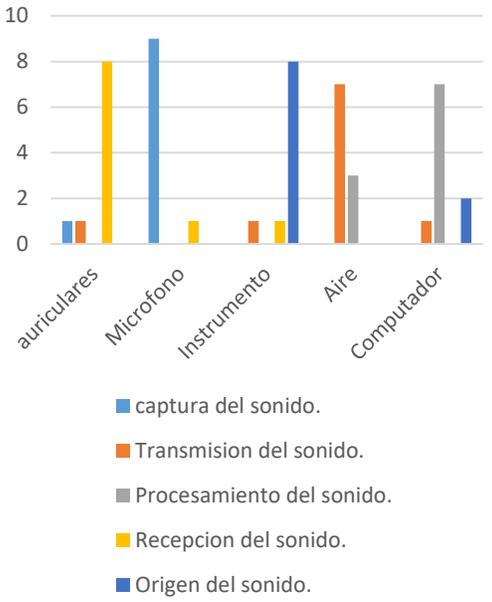
Objetivo de la tercera sesión	Cumplido
1. Establecer el papel que juega cada herramienta en los resultados obtenidos experimentalmente.	Si, además de discutir explícitamente este ítem en la clase magistral, los estudiantes unánimemente, cumplieron con la indicación de dibujar el pico producido por un sonido grave en el ecualizador.
2. Hacer uso de lenguaje científico durante las interacciones estudiante docente.	Si, producto de esta interacción 8 de los 10 estudiantes, hicieron uso del lenguaje adecuado en el proceso de autoevaluación.
3. Observar los elementos que tienen en cuenta los estudiantes para la comunicación y sustentación sus datos.	Si, aunque el grupo de 10 estudiantes respondió usando terminología adecuada de forma escrita, no se recolectó información contundente en torno al uso de esta terminología en su comunicación verbal.
4. Presentar la función de onda replicando patrones obtenidos en el simulador.	Si, mediante la aplicación de la actividad experimental # 3

En esta tabla se presentan las conclusiones de la implementación de la sesión 3 considerando los objetivos de la sesión

4.2.4. Sesión 4 (evaluación de conocimientos, comparativa actitudinal)

En el desarrollo de esta sesión se aplicó como instrumento de evaluación el test **ondas, cuestionario final**, en el cual se planteaban las respuestas a las preguntas planteadas se presentan como evidencia a continuación.

Tabla 24 Evidencias de implementación, sesión 4

Como se plantea el objetivo en la pregunta	Evidencias ²⁷																																						
<p>Relacionando los elementos de las columnas.</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>Herramientas de la propuesta</p> <ul style="list-style-type: none"> *Auriculares / Bafles. *Micrófono. *Voz o instrumento. *Aire/cable/fibra óptica.. *Computador. </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Papel en la comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Recepción del sonido. *Captura del sonido. *Origen del sonido. *Transmisión del sonido. *Procesamiento del sonido. </td> </tr> </table>	<p>Herramientas de la propuesta</p> <ul style="list-style-type: none"> *Auriculares / Bafles. *Micrófono. *Voz o instrumento. *Aire/cable/fibra óptica.. *Computador. 	<p>Papel en la comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Recepción del sonido. *Captura del sonido. *Origen del sonido. *Transmisión del sonido. *Procesamiento del sonido. 	 <table border="1"> <caption>Data for Bar Chart: Evidencias</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Origen del sonido</th> <th>Recepcion del sonido</th> <th>Transmision del sonido</th> <th>Procesamiento del sonido</th> <th>captura del sonido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>auriculares</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Microfono</td> <td>9</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Instrumento</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Computador</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>7</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Origen del sonido	Recepcion del sonido	Transmision del sonido	Procesamiento del sonido	captura del sonido	auriculares	1	0	1	0	0	Microfono	9	1	0	0	0	Instrumento	8	1	1	0	0	Aire	0	0	7	3	0	Computador	2	0	1	7	0
<p>Herramientas de la propuesta</p> <ul style="list-style-type: none"> *Auriculares / Bafles. *Micrófono. *Voz o instrumento. *Aire/cable/fibra óptica.. *Computador. 	<p>Papel en la comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> *Recepción del sonido. *Captura del sonido. *Origen del sonido. *Transmisión del sonido. *Procesamiento del sonido. 																																						
Categoría	Origen del sonido	Recepcion del sonido	Transmision del sonido	Procesamiento del sonido	captura del sonido																																		
auriculares	1	0	1	0	0																																		
Microfono	9	1	0	0	0																																		
Instrumento	8	1	1	0	0																																		
Aire	0	0	7	3	0																																		
Computador	2	0	1	7	0																																		
<p>Respondiendo, al observar un pico registrado en las frecuencias bajas del ecualizador, corresponde a un sonido:</p> <ul style="list-style-type: none"> *grave. *agudo. *percutivo. *ruido. 	<table border="0"> <tr> <td>sonido agudo</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>sonido grave</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td>señal de ruido</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>sonido percutivo</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>	sonido agudo	2	sonido grave	7	señal de ruido	1	sonido percutivo	0																														
sonido agudo	2																																						
sonido grave	7																																						
señal de ruido	1																																						
sonido percutivo	0																																						
<p>Respondiendo al observar el ecualizador antes de recibir alguna señal, donde se observan las escalas de medición en Hertz y decibeles, si este está diseñado para medir directamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Frecuencias y tiempo. *Frecuencias y potencias. *Potencias y tiempo. *Distancias y tiempo. 	<table border="0"> <tr> <td>Frecuencias y tiempo</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>frecuencias y potencias</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td>potencias y tiempo</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>distancias y tiempo</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>	Frecuencias y tiempo	3	frecuencias y potencias	7	potencias y tiempo	0	distancias y tiempo	0																														
Frecuencias y tiempo	3																																						
frecuencias y potencias	7																																						
potencias y tiempo	0																																						
distancias y tiempo	0																																						
<p>Respondiendo al observar dos imágenes de señales capturadas en el ecualizador, donde se evidencia un cambio de tamaño mas no de posición de un pico, si el cambio que se produce está dado por.</p> <ul style="list-style-type: none"> *Una variación de volumen. *Una variación de frecuencia. *Una variación de duración. *No hubo cambios 	<table border="0"> <tr> <td>volumen de la señal</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>frecuencia de la señal</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Duración de la señal</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>no hubo cambios</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table>	volumen de la señal	8	frecuencia de la señal	2	Duración de la señal	0	no hubo cambios	0																														
volumen de la señal	8																																						
frecuencia de la señal	2																																						
Duración de la señal	0																																						
no hubo cambios	0																																						

²⁷ Obtenidas de google forms y guías impresas trabajadas en el aula

<p>Seleccionando el comportamiento gráfico que más se aproxima al registro obtenido si en una línea del tiempo se registran pulsos sonoros periódicos, se plantean las opciones.</p> <p>*Constante *Exponencial *Sinusoidal *lineal</p>	<table border="0"> <tr> <td>constante</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>exponencial</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>sinusoidal</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>lineal</td> <td>0</td> </tr> </table>	constante	0	exponencial	0	sinusoidal	10	lineal	0
constante	0								
exponencial	0								
sinusoidal	10								
lineal	0								
<p>Seleccionando el comportamiento de la señal que se obtiene en la línea de tiempo, Si desde una fuente se emite un sonido que va de grave a agudo. Se espera que en ese caso los picos de la señal estén:</p> <p>*Juntos a separados *Siempre juntos *Separados a juntos *Siempre separados</p>	<table border="0"> <tr> <td>juntos a separados</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Siempre juntos</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>separados a juntos</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>siempre separados</td> <td>1</td> </tr> </table>	juntos a separados	6	Siempre juntos	0	separados a juntos	3	siempre separados	1
juntos a separados	6								
Siempre juntos	0								
separados a juntos	3								
siempre separados	1								
<p>Respondiendo tras observar una señal capturada en la línea del tiempo en la que disminuye su amplitud hasta llegar a cero, si la misma</p> <p>* Gana potencia. * Pierde potencia. * Aumenta su frecuencia * Disminuye su frecuencia.</p>	<table border="0"> <tr> <td>va ganando potencia</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>va perdiendo potencia</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>aumenta su frecuencia</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>disminuye su frecuencia</td> <td>0</td> </tr> </table>	va ganando potencia	0	va perdiendo potencia	10	aumenta su frecuencia	0	disminuye su frecuencia	0
va ganando potencia	0								
va perdiendo potencia	10								
aumenta su frecuencia	0								
disminuye su frecuencia	0								
<p>El uso del software de producción de audio y las herramientas que permitieron abordar las ondas de una manera visual, desde su punto de vista.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilita la comprensión del tema. • Dificulta la comprensión del tema. • No suma ni resta, es equivalente a las clases tradicionales de tablero. • Otro: 	<table border="0"> <tr> <td>Facilita la comprensión del tema</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Dificulta la comprensión del tema</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Ni suma, ni resta, es equivalente a las clases virtuales o de tablero</td> <td>0</td> </tr> </table>	Facilita la comprensión del tema	0	Dificulta la comprensión del tema	10	Ni suma, ni resta, es equivalente a las clases virtuales o de tablero	0		
Facilita la comprensión del tema	0								
Dificulta la comprensión del tema	10								
Ni suma, ni resta, es equivalente a las clases virtuales o de tablero	0								
<p>En relación al uso del software, este aporta más a la clase cuando las grabaciones obtenidas y los ejemplos son presentados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con el micrófono en el aula clase. • En videos realizados en un lugar diferente al aula de clase. • En videos, que pueden ser consultados fuera de clase. 	<table border="0"> <tr> <td>Con el micrófono en el aula de clase</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>En videos realizados en un lugar diferente al aula de clase</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>En videos, que pueden ser consultados fuera de clase</td> <td>5</td> </tr> </table>	Con el micrófono en el aula de clase	3	En videos realizados en un lugar diferente al aula de clase	2	En videos, que pueden ser consultados fuera de clase	5		
Con el micrófono en el aula de clase	3								
En videos realizados en un lugar diferente al aula de clase	2								
En videos, que pueden ser consultados fuera de clase	5								

<p>Mencione el o los aspectos que desde su punto de vista dificultaron la aplicación de la propuesta, indicando como se podrían mejorar los mismos:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 3 de los estudiantes hicieron referencia a la calidad de la conexión a internet. • 2 estudiantes se refirieron al uso del proyector o la calidad del video, que dificultaba establecer los datos y magnitudes tomadas. • 1 indica que la virtualidad dificulta un poco el aprendizaje por el uso de herramientas nuevas. • 1 indico que no poner atención. • 1 escribió, ninguna, “estuvo perfecta”. • 1 hizo mención al ruido del ambiente, que era diferente al que “necesitaba el programa” <p>Ninguno de los estudiantes hizo sugerencias de mejora.</p>
<p>Mencione el o los aspectos positivos del trabajo realizado con el uso de software, si lo considera necesario indique como se podrían mejorar los mismos.</p>	<p>Ninguno de los estudiantes hizo propuestas de mejora.</p> <ul style="list-style-type: none"> • las impresiones de los 10 estudiantes, fueron positivas, algunas extensas, de tipo. <p>“muy buen manejo del tema, facilidad de dar a conocer sus ideas, facilidad a la hora de las herramientas interactivas, buen uso de la palabra y orden con los estudiantes, fomentar el uso de la física, permite la comprensión más óptima del tema, propuestas de trabajo interactivas y diferentes”.</p> <p>Las impresiones textuales de los otros 9 estudiantes, abordan estos mismos puntos.</p>

En esta tabla se presentan las evidencias de la implementación de la sesión cuatro, tomadas al desarrollar el test Ondas, cuestionario final

Con base en las evidencias expuestas se realiza el siguiente análisis de resultados.

Tabla 25 Resultados esperados y dificultades de la cuarta sesión.

Resultados esperados vs resultados obtenidos en la cuarta sesión	
Resultado esperado	Resultado obtenido
<p>Los estudiantes cumplen con los objetivos curriculares</p>	<p>De acuerdo con la evolución en torno a las preguntas de contenido conceptual de la propuesta, los resultados varían entre el 60% y el 100% de aciertos. Se puede afirmar que se cumplen los objetivos propuestos por el M.E.N. Pero no categóricamente, y que en relación a los objetivos propuestos por la I.E.D. Bilbao es</p>

	necesario trabajar más alrededor de la modelación de ondas
Los estudiantes califican de manera positiva la aplicación de la propuesta.	Exceptuando la pregunta que abordaba los aspectos negativos de la propuesta, las impresiones obtenidas por los estudiantes en todos los momentos de la implementación fueron positivas.
Los estudiantes realizan aportes a la clase, preguntando, construyendo y resolviendo las situaciones propuestas en la evaluación haciendo uso de lenguaje científico	Se esperaba que los estudiantes formularan más preguntas durante la evaluación final, pero éstas no se presentaron, los estudiantes respondían acertadamente en conjunto a la retroalimentación de las preguntas, sin embargo no hay evidencia que permite establecer las participaciones verbales del grupo de 10 estudiantes.
Docente y estudiantes encuentran relación entre la propuesta aplicada, sus expectativas y los lineamientos de la institución.	Los estudiantes describen como los factores positivos de la propuesta contrastan con sus experiencias de aprendizaje previas, consideran que aunque los objetivos son estandarizados, influye mucho en su proceso de aprendizaje la forma en la que se presenta el conocimiento, no hay evidencia que garantice el porcentaje de los 10 estudiantes que soporten estas ideas.
El docente encuentra mediante las herramientas de evaluación y la participación de los estudiantes los apartados fuertes de la propuesta, así como los aspectos por mejorar.	Se logró recopilar la información suficiente para realizar el posterior análisis.

En esta tabla se presentan los resultados obtenidos en relación con los resultados esperados de la cuarta sesión.

Conclusiones implementación sesión 4:

Se presentan a continuación los objetivos planteados para la sesión 2, al finalizar la sesión se establece que.

Tabla 26 Conclusiones de la implementación, sesión 4

Objetivos de la cuarta sesión	Cumplido
1. Afianzar los objetivos curriculares por medio de la aplicación de una evaluación de conocimientos con su respectiva retroalimentación.	Si, se efectuó la evaluación con la correspondiente retroalimentación y se mejoró el porcentaje de aciertos respecto al test inicial.
2. Recopilar la información que permita establecer los resultados de la aplicación de la propuesta.	Parcialmente, la distribución de estudiantes virtuales y presenciales afectó el registro de evidencias, por tal motivo fue necesario realizar el presente análisis con un grupo focalizado.

3. Establecer la percepción de los estudiantes en torno a la implementación de la propuesta en relación con su experiencia en el aprendizaje de las ciencias naturales.	Si, se puede considerar que la información correspondiente al grupo de 10 estudiantes refleja las percepciones de sus compañeros, y que los mismos brindaron información suficiente en la solución de las preguntas abiertas.
---	---

En esta tabla se presentan las conclusiones de la implementación de la sesión 4 considerando los objetivos de la sesión

4.3. FASE DE ANALISIS.

Con base en las conclusiones obtenidas a lo largo de la implementación de las 4 sesiones, antes de determinar si se alcanzaron los objetivos de aprendizaje establecidos para la propuesta, se presenta el análisis de las competencias, que de acuerdo al M.E.N. son los elementos en los que se centra la atención de los estándares.

Tabla 27 Análisis del desarrollo de las competencias abordadas en la propuesta

Desarrollo de las competencias planteadas		
Competencias presentes en los estándares del MEN:	Abordada	Dificultades
Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.	Sí, estas hipótesis no solo se reflejan en el test de conocimientos previos , si no durante el primer acercamiento de los estudiantes con las herramientas, se evidencia en el formato de toma de datos , el uso de lenguaje cotidiano que responde a las preguntas formuladas.	A pesar de que la temática fue abordada en años anteriores, las hipótesis iniciales del grupo de estudiantes no reflejaban en sus respuestas el dominio de conocimiento científico.
Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos.	Si, la oportunidad de exponer el dominio de esta competencia se brinda al cuestionar la relación entre las funciones sinusoidales y las observaciones obtenidas de la actividad experimental 2 . Donde los estudiantes identificaron de forma superficial la relación presente entre las fuentes sonoras y el comportamiento de las herramientas de captura de audio	Únicamente 2 de los estudiantes encontraron relación entre la actividad experimental, y los conceptos matemáticos que les permitirían predecir los resultados de los experimentos desde una perspectiva más formal.

Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes.	Si, la propuesta presenta a los estudiantes la posibilidad de usar instrumentos adecuados de medición, durante las diferentes fases de implementación se registraron las características de las observaciones obtenidas por el grupo de estudiantes, al interactuar con estas herramientas.	En las fases iniciales de la implementación de la propuesta, ninguno de los estudiantes del grupo hizo uso adecuado de las magnitudes y unidades correspondientes a las características de los fenómenos medidos.
Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos, tablas.	Si, para tal fin se diseñó el formato de registro de datos . Y dadas las condiciones de implementación, se presentó la oportunidad de registrar incluso las observaciones de los estudiantes sin hacer uso de esquemas predeterminados.	Exceptuando el estudiante que tomo pantallazo de los registros de clase, ningún estudiante del grupo realizo un gráfico valido para el análisis formal de los datos consignados.
Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.		Los estudiantes cumplieron con ambos parámetros, incluso trabajaron presentando sus gráficos con falencias en las sesiones posteriores.
Formulo preguntas específicas sobre una observación, sobre una experiencia o sobre las aplicaciones de teorías científicas.	Parcialmente, si bien a lo largo de las fases de la implementación se contaba con el espacio para la interacción con los estudiantes, las preguntas se generaron principalmente en relación a los elementos de evaluación de la propuesta y su funcionamiento.	No se diseñó una herramienta que capturara específicamente este aspecto. Y debido al desarrollo de clases de manera semipresencial, no se logra registrar en el micrófono del equipo que graba la clase las participaciones de los estudiantes.
Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados.	Si, en la aplicación de los test aplicados, tanto en el test de conocimientos previos , como en el de ondas, cuestionario final , se busca establecer los niveles de comprensión de estas relaciones, que también se estimularon durante las experiencias de laboratorio, donde el estudiante observa como las herramientas de toma de datos reaccionan al entorno.	Es necesario diseñar o disponer de las herramientas de registro que permitan exponer como los estudiantes establecen de forma explícita este tipo de relaciones.

Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.	Si, al considerar que se diseñaron actividades en las que los estudiantes generan descripciones y explicaciones, como en el formulario de registro de datos y lo aportan como evidencia.	No se desarrolló material que presentara de forma explícita estas diferencias, o que buscara que los estudiantes expusieran su comprensión al respecto.
Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.	Si, el resultado del test ondas, cuestionario final , busca dar cuenta de estas conclusiones. Además, se observa en Apuntes y sustentación de elementos teóricos . Como a partir de las conclusiones obtenidas en clase, los estudiantes mejoran las falencias detectadas en el registro de datos de la actividad experimental, y optan por el uso de datos alternativos.	Las impresiones de la propuesta giraron en gran medida alrededor de las posibilidades didácticas y bondades de la misma, en términos de la experimentación didáctica. Pero los estudiantes no expusieron conclusiones con un enfoque que apuntara a la experimentación científica.
Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las de teorías científicas.	Si, estas competencias se abordaron durante el desarrollo de la 3 sesión donde los estudiantes compararon sus registros de datos, y los contrastaron con los conceptos presentados en la clase magistral.	No se diseñó una herramienta que evidenciara explícitamente el proceso donde el estudiante responde sus propias preguntas, solo se puede asumir que este proceso ocurre de forma autónoma y se refleja en la mejora de desempeño generada tras finalizar la implementación.
Comunico el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas y algebraicas.	Si, el grupo de 10 estudiantes utilizo todos los elementos abordados en esta competencia. El manejo de ecuaciones aritméticas y algebraicas, es indeterminado para este grupo.	El proceso de comunicación se dio casi de forma exclusiva en las actividades dirigidas, el grupo total de estudiantes de grado 11° al no ser dirigido, no comunico sus resultados.

Nota: en esta tabla se presentan las competencias abordadas en la propuesta, con el análisis proveniente de establecer su cumplimiento y las dificultades presentadas tras su implementación.

4.3.1. ¿Se cumplieron los objetivos de aprendizaje abordados en la propuesta?

El análisis de las competencias de aprendizaje que se consideraron pertinentes para ser abordadas en el marco del presente trabajo, permite exponer el margen de éxito con el que

las competencias propuestas fueron alcanzadas, así como afirmar que se siguieron los pasos necesarios para alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados, que son:

De los derechos básicos de aprendizaje.

1. Clasifico los sonidos según su tono, volumen y fuente.

Las observaciones tomadas en la línea del tiempo durante el desarrollo de la sesión 2, dan cuenta del nivel de comprensión de los estudiantes al respecto, aunque en esta fase de la implementación los estudiantes no manejaban el lenguaje formal o las magnitudes de forma correcta, si demostraron mediante la unanimidad en sus representaciones gráficas, su capacidad para clasificar los sonidos propuestos, respondiendo a las variaciones de tono y volumen propuestas.

La clasificación según la fuente sonora, es expuesta por el grupo de estudiantes mediante sus observaciones en el ecualizador, tomadas en la sesión 3, tras adquirir los elementos conceptuales que les permitieron de acuerdo al número de picos establecer si la fuente posee o no armónicos.

De los estándares educativos.

2. Explica las cualidades del sonido (tono, intensidad, timbre...) a partir de las características del fenómeno ondulatorio (longitud de onda, frecuencia, amplitud).

Son indicadores del progreso conseguido en este sentido, la evolución de:

- Los resultados asociados al test de conocimientos previos en comparativa con el cuestionario final, donde partiendo del análisis de gráficos generados en la línea del tiempo y ecualizador, se describen sonidos, con tono, intensidad o timbre diferente.

- La calidad de las observaciones realizadas por los estudiantes entre las sesiones 2 y 3 en el ecualizador, donde el uso adecuado de las magnitudes dentro del desarrollo de la sesión sustenta la comprensión del estudiante entre las relaciones: Intensidad-amplitud (eje vertical), Timbre-frecuencias (eje horizontal).
- Las habilidades necesarias para relacionar la línea del tiempo con una función sinusoidal tabla 18.

3. Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.

Se puede afirmar tomando como evidencia la evolución de los resultados obtenidos entre los test inicial y final, y el constante uso de las herramientas propuestas, que los estudiantes tras la aplicación de la propuesta establecen:

Qué es la frecuencia, cómo este parámetro puede identificarse con un tono grave o agudo y cómo es la curva que se obtiene de una fuente con o sin armónicos tanto en el ecualizador como en la línea del tiempo. Qué es la amplitud, y cómo este parámetro puede identificarse con un sonido intenso, además de comprender cómo este cambio se asocia al ecualizador, la línea del tiempo y una función trigonométrica. Qué es una fuente con armónicos y sin armónicos, y cómo se observa la misma en las herramientas de medición, a causa del comportamiento de la membrana del micrófono.

Sin embargo, es poco probable que los estudiantes den cuenta de la velocidad de propagación, ya que no se contaba con ninguna herramienta en el software que pudiera facilitar la comprensión de este objetivo y por lo tanto este aspecto no se abordó en la propuesta.

Del interés particular de la propuesta.

4. *Generar cambios positivos en la actitud de los estudiantes, frente al aprendizaje de la física.*

El análisis de los resultados arrojados por los instrumentos de evaluación, y los argumentos de los estudiantes en relación a la propuesta se ve reflejada en la ilustración 7.

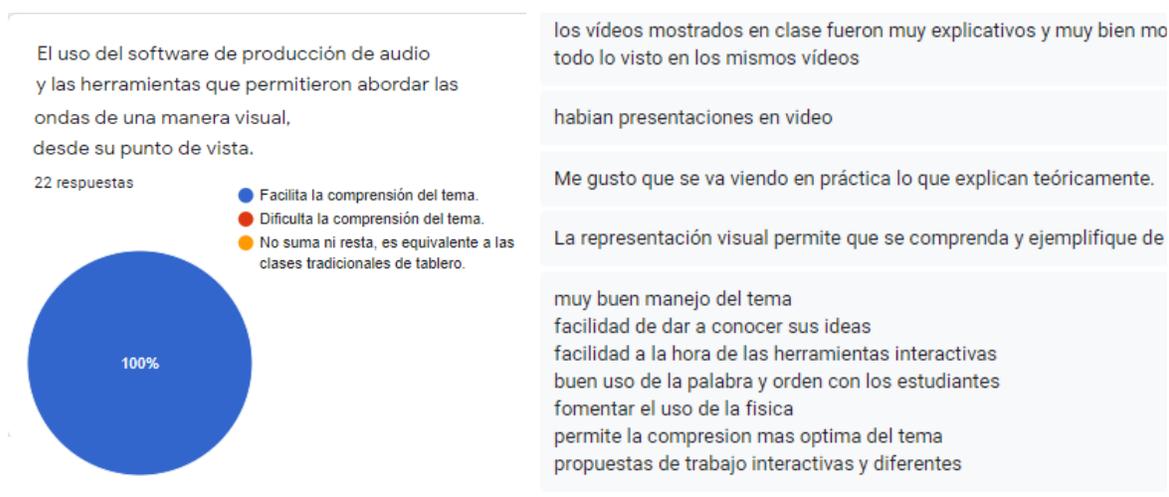


Ilustración 5 resultados arrojados en relación a la percepción de la propuesta

Se puede afirmar que el objetivo actitudinal se cumplió con los estudiantes de grado 11° de la I.E.D. Bilbao, que, al terminar la aplicación de la propuesta, esperan encontrar escenarios de aprendizaje que les permitan identificar de buena manera sus fortalezas para explotarlas.

4.3.2. Evaluación de la propuesta

Cumpliendo con el parámetro final establecido en la metodología, en la que se busca mejorar el diseño de la propuesta, resulta pertinente mencionar la recopilación de los aspectos generales fuertes, así como aquellos en los que se presentaron dificultades de ejecución.

El desarrollo de una matriz DOFA, permite analizar el diseño realizado, identificando los aspectos a modificar de cara a las posibles aplicaciones de la propuesta en un futuro.

Tabla 28 Matriz DOFA de análisis de la propuesta

Positivos		Negativos	
	Fortalezas		Debilidades
Internos	El uso de las herramientas digitales usadas tanto en la captura, emisión y procesamiento de las señales de audio, como en la aplicación de la evaluación de conocimientos previos y finales, fue bien aceptada por el grupo de estudiantes		La cantidad de conceptos asociados a la temática, dificultan la planeación de actividades, ya que al implementar la propuesta en grado 11, se depende en gran medida del manejo de conocimientos previos de los estudiantes, así como de la capacidad y voluntad de los mismos para comprender el funcionamiento de las herramientas digitales usadas, que son en cierta medida elementos nuevos en la clase y en su proceso de formación. Esta situación puede afectar también el diseño de las herramientas de recolección de evidencias óptimas para aplicarse en la propuesta, restando precisión al alcance de la misma
	La aplicación de la estrategia P.O.E bajo los lineamientos en la metodología basada en diseños, permitió abordar los elementos que son pertinentes de acuerdo al MEN en relación con el estudio del sonido y ondas sonoras, haciendo uso eficiente de las herramientas tecnológicas a disposición.		
	La fase de preparación dentro de la metodología basada en diseños, permitió que durante la fase de implementación se pudieran ejecutar pequeños cambios que optimizaron el cumplimiento de objetivos planteados la propuesta de aula.		Es necesario para la aplicación de la estrategia P.O.E. considerar los factores que pueden incidir en una baja participación por los estudiantes, que pueden dejar en un lugar secundario los procesos de aprendizaje entre las expectativas de formación de los estudiantes.
	Oportunidades		Amenazas
Externos	El uso de software y herramientas de digitalización de la información, deriva en una preparación de material que facilita su aplicación en un contexto donde la virtualidad, los encuentros sincrónicos y el trabajo autónomo se desarrolle responsablemente.		El contexto social y cultural en el que los algunos estudiantes de la I.E.D. Bilbao se desenvuelve, puede implicar falta de interés en aprendizaje, derivado de sus pocas expectativas de desarrollo en contextos académicos.
	La aplicación de la propuesta desde etapas tempranas de la formación en un contexto en el que la aproximación a las herramientas se realice con anterioridad, donde los estudiantes cuenten con equipos para recopilar sus propios datos y cuenten con el suficiente interés para comprender los conceptos, potenciaría notablemente el alcance de la propuesta		El uso del software y herramientas de digitalización implica considerar posibles fallas de funcionamiento de las mismas, ya que en los casos en los que los estudiantes no tienen acceso por ejemplo a internet o equipo de cómputo, la implementación de una propuesta como la planteada puede conllevar para el estudiante un problema, más que una solución a sus necesidades académicas.

Nota: Esta matriz presenta el análisis de la propuesta considerando las aspectos positivos y negativos que permearon la propuesta, tanto internos, como externos.

Posibles ajustes relacionados con las Fortalezas:

- Generar un banco de experiencias demostrativas, sumando aquellas que se pueden plantear al tener en cuenta la respuesta de los estudiantes de la I.E.D. Bilbao frente a la presente implementación. Buscando ajustar desde la fase de diseño los alcances de la propuesta, contando con herramientas que permitan anticipar las preguntas que surgen de los vacíos conceptuales propios del tratamiento de la temática en el contexto y si es el caso profundizar en los diferentes aspectos asociados, como es la velocidad del sonido, el estudio de armónicos, etc...

Posibles ajustes relacionados con las Debilidades:

- Caracterizar con anticipación en el campo de implementación y el grupo de estudiantes, para así determinar con mayor precisión el alcance de la propuesta.
- Complementar las herramientas de recolección de evidencias, para mejorar el análisis de los resultados asociados a la aplicación de competencias de aprendizaje.
- Analizar la posibilidad de abordar las problemáticas del contexto, que, a pesar de no corresponder a los objetivos curriculares, inciden de forma directa e indirecta en la disposición de los estudiantes al momento de participar en la clase de física.

Posibles ajustes relacionados con las Amenazas:

- Generar instrumentos para medir previo a la implementación de la propuesta, las posibilidades de acceso a las herramientas por parte de los estudiantes y las estrategias alternativas ante posibles fallas de las mismas.
- Identificar la naturaleza de las clases, virtual o presencial, con el fin de desarrollar con anterioridad el material didáctico pertinente para el desarrollo de la clase, buscando que

el docente pueda brindar el mismo grado de atención y profundidad conceptual a ambos grupos de estudiantes.

Posibles ajustes relacionados con las oportunidades:

○ Dentro del contexto de la I.E.D. Bilbao:

- Considerar el uso de la propuesta en etapas más tempranas de la formación, asociada a la creación de bases conceptuales más fuertes que pueden estar relacionadas con el trabajo desarrollado en diferentes espacios académicos, como las matemáticas, tecnología y música.
- Considerar el uso de las herramientas aplicadas en el diseño de la presente propuesta para la creación de nuevas estrategias didácticas, con objetivos académicos más avanzados, que se puedan respaldar con una mayor cantidad de sesiones, facilidad de acceso a herramientas dentro y fuera de la institución y tiempo destinado desde la planeación inicial del año para la implementación de las mismas.

○ Fuera de la I.E.D. Bilbao:

- Considerar el uso de la propuesta presentada de forma exclusivamente sincrónica, o bajo una secuencia adaptada para la formación virtual, dado que el uso del computador como herramientas de comunicación, se puede aprovechar para que cada estudiante haga uso de los mismos como su herramienta personal de laboratorio.

CAPÍTULO V

Conclusiones.

Tras someter a un trabajo de análisis la propuesta desarrollada en la presente investigación, se obtuvieron los siguientes resultados.

1. Desde el diseño de una propuesta que se articuló con los lineamientos curriculares de la I.E.D. Bilbao, fue posible abordar los aspectos relevantes de los estándares de educación propuestos por el M.E.N. (2004) (2016) y en particular a aquellos que se relacionan con la enseñanza de la física en grado once, buscando que los estudiantes:
 - “Expliquen las cualidades del sonido (tono, intensidad, timbre...) a partir de las características del fenómeno ondulatorio (longitud de onda, frecuencia, amplitud).”
 - “Establezcan relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.”
 - “Clasifiquen los sonidos según su tono, volumen y fuente.”
2. La implementación de una estrategia didáctica basada en el uso de herramientas tecnológicas que provienen de software gratuito y con bajos requisitos para su funcionamiento, favoreció el desarrollo de las prácticas experimentales que se veían restringidas en la I.E.D. Bilbao dentro del marco de la pandemia, haciendo posible la aplicación de las situaciones experimentales planteadas en la presente propuesta, donde la interacción en tiempo real entre las fuentes de estímulos sonoros, los estudiantes y los instrumentos de captura, facilitó la presentación de los fenómenos sonoros, en un ejercicio donde los estudiantes anticipaban el comportamiento de las herramientas, posteriormente observaban y analizaban su funcionamiento para finalmente dar cuenta

de su comportamiento haciendo uso del lenguaje científico y comprensiones alrededor del sonido, esta dinámica permitió cumplir con la finalidad de ampliar la participación de los estudiantes e investigar en sus pensamientos (Alfaro, s.f.) tal como lo plantea el P.O.E.

3. El desarrollo del trabajo de aula contó con 3 fases, durante la planeación de la misma se establecieron los instrumentos que permitieron en la implementación dar cuenta del alcance de los estándares, se contó con la mediación de herramientas tecnológicas durante el proceso de enseñanza que fue sometido a análisis, seguir esta ruta de tres fases propuestas por Rinaudo & Donolo, (2010) hace posible afirmar que la propuesta se dio bajo el marco de la metodología basada en diseños.

4. De acuerdo con la evidencia presentada durante la fase de análisis²⁸ en relación a los objetivos de aprendizaje se puede afirmar que, tras desarrollo de la propuesta los estudiantes lograron unánimemente y de forma gráfica dar cuenta de las cualidades del sonido a partir las características del fenómeno ondulatorio, identificando la naturaleza del timbre de la fuente con respecto a las curvas generadas en las herramientas de captura de audio, así mismo los estudiantes tras la implementación de la segunda y tercera sesión mejoraron el dominio de sus competencias asociadas a la observación y registro de datos, logrando establecer relaciones entre frecuencia y en relación al comportamiento las ondas mecánicas. De acuerdo con los vigentes derechos básicos de aprendizaje, en torno a la evidencia recolectada es posible constatar que la totalidad de estudiantes clasifican los sonidos según su tono, volumen y fuente.

²⁸ Página 74 a 82

La presente propuesta tiene aspectos por mejorar, se sugiere optimizar el uso de los elementos tecnológicos diseñando herramientas que permitan obtener y sistematizar una mayor cantidad de evidencias, con el fin de contar con datos de mejor calidad en relación al avance de las comprensiones y opiniones de los estudiantes a lo largo de la implementación, esta recomendación busca afrontar las dificultades externas al diseño de la propuesta o que surgen durante la implementación de la misma, como son las diferencias entre las expectativas de los estudiantes con los objetivos de las sesiones y la presencia de vacíos conceptuales, aspectos que pueden marcar la diferencia entre un estudiante satisfecho con su proceso de aprendizaje en relación con la propuesta y el aprendizaje científico y uno frustrado al no alcanzar los objetivos de la clase.

Es recomendable verificar el dominio de los conocimientos previos relacionados no solo con el comportamiento de funciones sinusoidales, sino con el manejo de unidades de medida, el concepto de variable independiente, la conversión de unidades, etc... Ya que, aunque el grupo logro con apoyo del docente aportar los elementos necesarios para generar modelos de onda en geogebra, no se puede afirmar que la totalidad del grupo cuenta con los conocimientos necesarios para abordar de forma cuantitativa el estudio de las ondas.

REFERENCIAS

- Alfaro, A. (s.f.). *Predecir, observar y explicar (poe)*. Obtenido de slideshare:
<https://www.slideshare.net/anniizalfaroo/predecir-observar-y-explicar-poe-36657452>
- Antolines, L. F., & Martínez, R. L. (2016). *ACÚSTICA PARA SORDOS: UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL PARA EL AULA INCLUSIVA*. Bogotá D.C. 2016: Universidad Pedagógica Nacional.
- Bermudez, M. S. (2016). *LA CARACTERIZACIÓN DEL SONIDO COMO ONDA MECÁNICA: UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA EN LA ESCUELA*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Blanco, J. J. (2020). *DIMENSIÓN DEL TONO: UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA ACERCA DEL TONO COMO CUALIDAD DEL SONIDO EN RELACIÓN CON LAS DIMENSIONES DE LAS FUENTES SONORAS*. Bogotá: T. de grado, UPN.
- Carranza, J., Gil Perez, D., Vilches, A., Valencia, U. d., Valdes, P., & -Cuba, I. s. (2004). PAPEL DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA. En *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (págs. 157-158). Brazil.
- Di Marco, A. (1961). *LEO L. BERANEK*. Argentina: Hispano.
- Durán, R. M., & Ramírez, M. A. (2016). *EL EXPERIMENTO DEL TUBO DE RUBENS Y LA SIMULACIÓN: UNA PROPUESTA DE AULA PARA LA COMPRENSION DEL SONIDO COMO ONDA LONGITUDINAL EN EL CURSO DE FISICA DE ONDAS*. Bogotá, Colombia.

- Gomez, B. E. (2017). *LA CARACTERIZACIÓN DEL SONIDO: UN ESTUDIO ALREDEDOR DEL TONO*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Helmontz, H. (1954). On the Sensation Of Tone. En H. V. Helmontz. Dover publications.
- Hernandez, C. A. (2010). *APROXIMACION A UN ESTUDIO DEL ARTE DE LAS CIENCIAS EN COLOMBIA*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Hodson, D. (1994). HACIA UN ENFOQUE MÁS CRÍTICO DEL TRABAJO DE LABORATORIO. En *ENSEÑANZA DE LA CIENCIAS* (págs. 299-310).
- MEN, M. d. (2004). Formar en ciencias el desafío. En M. d. MEN, *Estandares básicos de competencias*.
- MEN, M. d. (2016). Derechos básicos de aprendizaje de ciencias naturales. En M. d. MEN, *Derechos básicos de aprendizaje de ciencias naturales*.
- Puentes Espejo, L. M. (2018). *¡FÍSICA MAESTRO!* Bogotá: T. de grado UPN.
- Rauch, L. A., Brinatti, A. M., & Pires, L. F. (2016). Aulas introductorias de movimiento harmônico simples visando o estudo de ondas mecánicas. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, 291-300.
- Romero Medina, O. L., & Bautista Ballén, M. (2011). Hipertexto Santillana. Santillana S.A.
- Romero, O. l., & Bautista, M. (2011). Hipertexto física 2. En O. l. Romero, & M. Bautista, *Hipertexto física 2*. Bogotá: Santillana S.A.
- Rouinfar, A. N. (s.f.). *PhET interactive Simulations at the University of Colorado*. Obtenido de https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_es.html

Roxmanth, G. G. (2012). *CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA UNIDAD DIDACTICA SOBRE LA ENSEÑANZA DEL MOVIMIENTO ARMONICO SIMPLE A ESTUDIANTES DE GRADO DECIMO*. 2012: Universidad Nacional de Colombia.

Tipler, & Mosca. (2005). *TIPLER MOSCA*. España: Reverté S.A.

Universidad Pedagógica Nacional, institucional. (2015). *Página oficial Universidad Pedagógica Nacional*. Obtenido de cienciaytecnologia.pedagogica.edu.co: http://institucional.pedagogica.edu.co/proyectos/admin/agendapedagogica/docs/notas/plegable_licencitatura_fisica_2015.pdf

Wellington, J. (1989). What's supposed to happen, sir? En *Skills and Processes in Science Education*. Londres: Routledge.

Zambrano, A. C. (1998).

ANEXOS

Anexo 1. Software, licencias y utilidades.

Reaper.

REAPER es una completa aplicación de producción de audio digital para computadoras, que ofrece un completo conjunto de herramientas de grabación, edición, procesamiento, mezcla y masterización de audio y MIDI multipista. REAPER admite una amplia gama de hardware, formatos digitales y complementos, y se puede extender, programar y ser modificado²⁹.

²⁹ Extraído de la página web del software

Este software, disponible para descarga en <https://www.reaper.fm> requiere de licencia para su uso, pero brinda la opción de hacer una prueba del software de 60 días, después de ese tiempo, se puede continuar haciendo uso del mismo a modo de evaluación, dentro de la licencia establecida para ese periodo, se permiten todos los usos que no estén destinados a extraer código del programa o modificarlo en algún sentido, o que busque fines comerciales.

Este software de producción permite realizar el monitoreo de la grabación, aplicando sobre la pista original efectos, que incluyen herramientas de monitoreo y modificadores de señal. Que se pueden ajustar, sumar o eliminar a través del pos procesado de las pistas, durante la presente investigación, se hizo uso de las herramientas, osciloscopio, ecualizador, y la regleta o línea del tiempo.

Los requisitos que necesita un equipo para su funcionamiento son: Sistema Operativo: Windows 7, Procesador: 2 GHz Dual Core, Memoria: 2 GB RAM, Tarjeta gráfica: NVIDIA GeForce 6800, DirectX: Versión 9.0c, Disco duro: 1 GB espacio disponible, Tarjeta de sonido.

PhET.

En este sitio web pertenece que pertenece a la Universidad de Colorado <https://phet.colorado.edu>, PhET ofrece simulaciones científicas y matemáticas divertidas, gratuitas, interactivas y basadas en la investigación. Probamos y evaluamos exhaustivamente cada simulación para garantizar la eficacia educativa. Estas pruebas incluyen entrevistas a los estudiantes y observación del uso de la simulación en las aulas. Las simulaciones están escritas en Java, Flash o HTML5 y se pueden ejecutar en línea o descargar a su computadora. Todas las simulaciones son de código abierto (consulte nuestro código fuente). Varios

patrocinadores apoyan el proyecto PhET, lo que permite que estos recursos sean gratuitos para todos los estudiantes y profesores³⁰.

Las simulaciones disponibles en esta página tienen licencia creativa commons que permiten compartir y adaptar el contenido, sin fines comerciales, para la presente investigación se hizo uso del simulador de introducción a las ondas https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_es.html.

Geogebra

Geogebra es un software de matemáticas dinámicas para todos los niveles educativos, disponible en <https://www.geogebra.org>, que reúne geometría, álgebra, hoja de cálculo, gráficos, estadística y cálculo en un solo programa fácil de usar. Geogebra es también una comunidad en rápida expansión, con millones de usuarios en casi todos los países. Geogebra se ha convertido en el proveedor líder de software de matemática dinámica, apoyando la educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM: Science Technology Engineering & Mathematics) y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje en todo el mundo³¹.

Es un software de código abierto, se hizo uso de su herramienta de calculadora grafica durante la implementación de la propuesta desarrollada en la presente investigación.

³⁰ Extraído de la Web del autor <https://phet.colorado.edu/en/licensing>

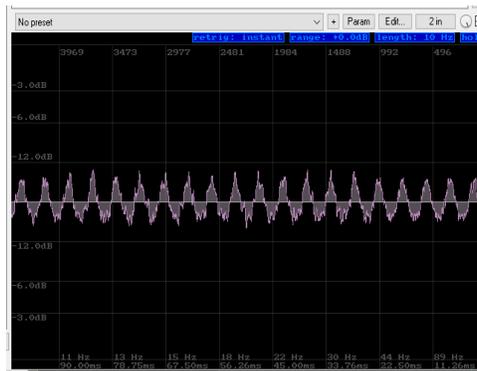
³¹ Extraído del sitio web.

Anexo 2. Herramientas de captura, producción y análisis del sonido.

Para capturar el sonido.

Buscando que los estudiantes comprendan cómo funciona el proceso de captura de audio en el tiempo, se usaron dos elementos presentes dentro del software, el osciloscopio de REAPER que permite al estudiante observar como el sonido que se registraba en el software corresponde al estímulo del micrófono en tiempo real, permite dar cuenta de la potencia de la señal, así como de la frecuencia de la misma.

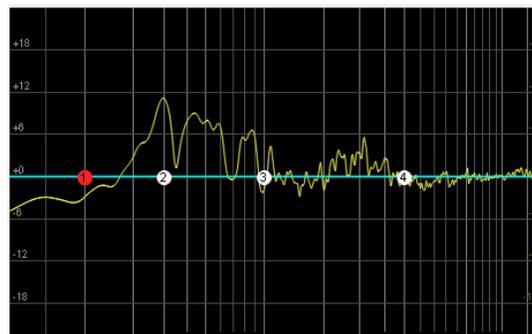
Ilustración 6 Osciloscopio presente en REAPER



Nota: Captura de osciloscopio REAPER. Elaboración propia.

y el ecualizador que permite al estudiante encontrar relación entre el registro obtenido en el software y su variación de acuerdo a la naturaleza de la fuente sonora, dando cuenta de la potencia de la señal recibida en el rango de frecuencias capturadas.

Ilustración 7 Ecuilizador presente en reaper

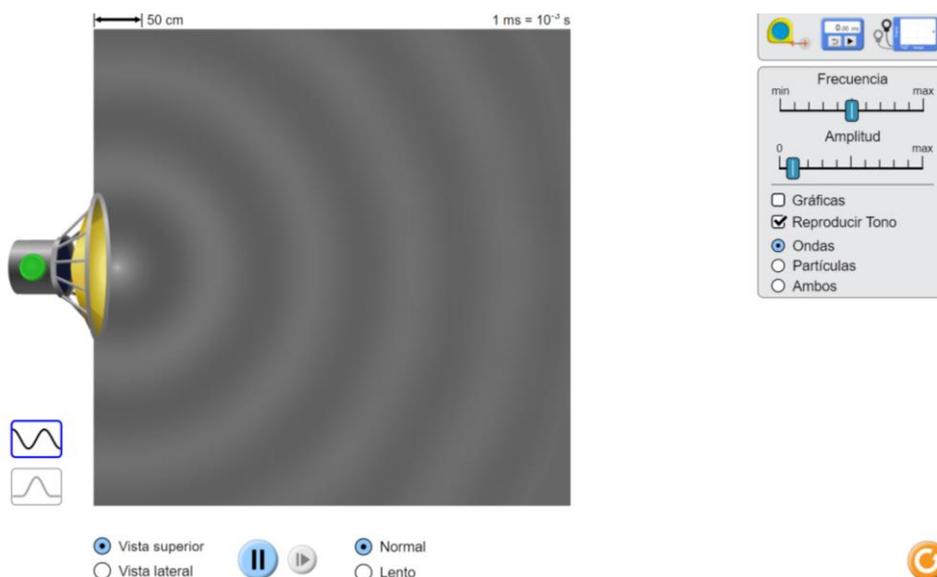


Nota: Captura de ecualizador REAPER. Elaboración propia.

Para producir sonidos.

Con el fin de evitar la confusión que se genera cuando los registros del software no poseen la forma de onda, se hizo uso del simulador de PHET, que genera pulsos en frecuencias específicas, generando un sonido que, aunque es poco familiar para los estudiantes, es libre de armónicos y permite un análisis más simple de las curvas presentes en la línea del tiempo.

Ilustración 8 Simulador de ondas PhET



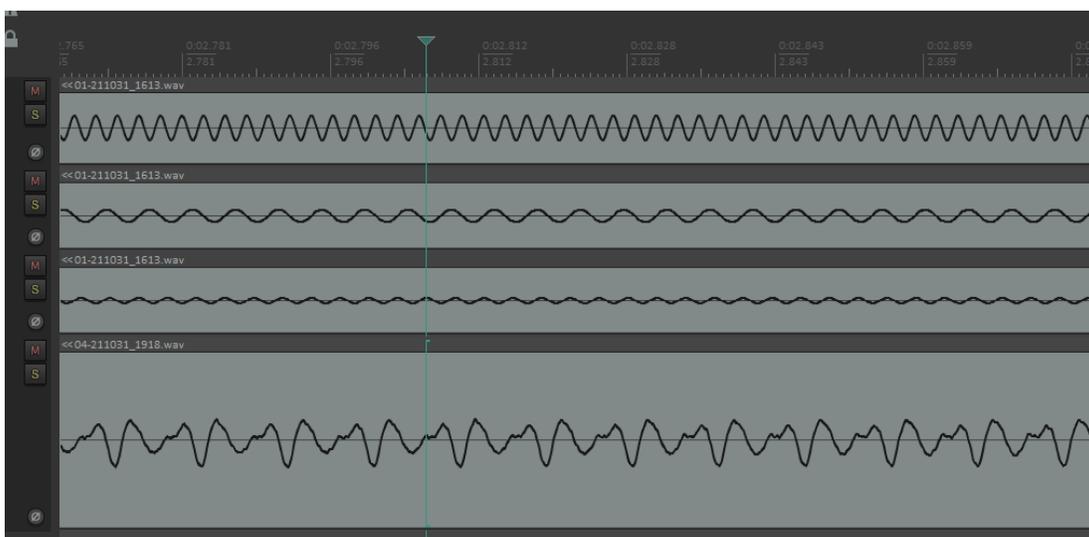
Nota: Captura de simulador de ondas PhET. Elaboración propia.

Adicionalmente se hizo uso de una melódica que posee armónicos y de dos o más ejecuciones del simulador generando sonidos polifónicos, que son más cercanos a las experiencias del estudiante en torno al sonido y la música, pero que generan curvas más complejas de analizar desde una aproximación inicial.

Para analizar sonidos.

Tras el proceso de captura del sonido la herramienta que busca que los estudiantes puedan encontrar la relación del sonido los conceptos abordados, es la línea del tiempo presente en REAPER.

Ilustración 9 línea de tiempo y regleta REAPER



Nota: Captura línea de tiempo REAPER. Elaboración propia.

Que, entre otra información, da cuenta de la potencia de las ondas, y permite determinar su comportamiento en el tiempo con una resolución de milisegundos.

Anexo 3. evidencias y datos

Entrevista al docente titular.

1. ¿En cuáles de sus grupos a cargo aborda el tema de ondas?

En grados 9° y 11°. A pesar de que en 11 ya se vio el tema el docente considera que es el grupo con el que sería más conveniente realizar la práctica a modo de exponer una aplicación de la temática.

2. ¿Se remite a algún lineamiento para determinar los temas y planeación a abordar por curso/periodo?

El profesor diseño la planeación basándose en los derechos básicos de aprendizaje y estándares del MEN, trabaja en el colegio desde el año pasado.

3. ¿Cómo calificaría el rendimiento de los estudiantes en relación con los objetivos planteados en la planeación? /En general /Respecto a la enseñanza de las ondas

Los estudiantes responden bien en los espacios de clase, el profesor señala que hay dificultad en cuanto a la motivación por la materia, y el dominio de habilidades matemáticas, por lo que es necesario constantemente realizar repasos de temas de matemáticas antes de abordar los temas. No se debe a que los estudiantes no vean los temas, si no a que no encuentran relación entre las temáticas de matemáticas y la forma de aplicarlos n el desarrollo de la clase de física.

4. ¿Respecto a la planeación de clases y contenidos, puede enlistar elementos que dificulten la ejecución de los objetivos planteados para el curso de ondas?

No se presentan dificultades generales, desde la perspectiva del profesor titular, dado que el mismo organizo la malla curricular. Indica que consideraría conveniente contar con más tiempo de clase, o que los estudiantes vieran física desde grados inferiores.

5. ¿Existe algún elemento del contexto, ajeno a la planeación académica, que afecte negativamente el aprendizaje de la física en sus grupos de estudiantes?

El profesor señala de nuevo la motivación de los estudiantes por la clase, ya que, aunque se consiguen los objetivos planteados, los estudiantes no logran un aprendizaje que les permita encontrar relación entre las temáticas, adicionalmente a partir del período de pandemia, existe una mayor limitación de tiempo y en generaciones se genera ausentismo en clases, así como falta de garantías en relación a la concentración que dedican los estudiantes a la clase.

6. ¿En qué herramientas / material de laboratorio se apoya al abordar la enseñanza de las ondas, existe material que consideraría importante sumar o dejar de usar?

El colegio cuenta con una cubeta para la enseñanza de las ondas, la cual considera el profesor no es la herramienta más eficiente para mostrar los fenómenos a abordar en clase, por su parte el profesor para esa temática suele realizar con sus estudiantes la construcción de una caja que permite crear anillos de humo.

El profesor considera importante contar con herramientas, que además de permitir la observación del fenómeno, permitan exponer la relación del mismo con el análisis matemático asociado al tema.

7. ¿Qué tan importante considera que es el papel de las experiencias de laboratorio en la enseñanza de la física y de las ondas?

El profesor indica que el laboratorio juega un papel muy importante, ya que suma mucho al proceso de aprendizaje.

8. ¿Con que frecuencia hace uso de material de laboratorio en el aula? ¿Qué tipo de material utiliza? /antes y después de la pandemia.

El profesor generalmente trata de generar experiencias demostrativas asociadas a cada tema. Tras el inicio de las clases sincrónicas el docente ha recurrido al uso de videos y simuladores.

9. ¿Con que frecuencia hace uso de software en el aula? ¿Qué tipo de software utiliza? /antes y después de la pandemia.

Solo tras la pandemia se hace uso de software, ya que el uso de los equipos de cómputo generalmente se cruza con actividades destinadas al área de tecnología /tras preguntar por la posibilidad del uso de celular/ el docente indico que genera dispersión en los estudiantes y que, debido a la facilidad de acceder desde los mismo a las redes sociales durante el uso del mismo, es una herramienta que él personalmente no considera conveniente para el desarrollo de la clase.

Anexo 4. Habilidades científicas orientación del MEN.

Sobre las habilidades científicas.

Tabla 29 Habilidades científicas, y orientación de las propuestas del MEN discriminadas por área en 2004

Habilidades Científicas	
<ul style="list-style-type: none">• Explorar hechos y fenómenos.• Analizar problemas.• Observar, recoger y organizar información relevante.• Utilizar diferentes métodos de análisis.• Evaluar los métodos.• Compartir los resultados.• Conocer, producir y enfrentar preguntas y problemas• Vivir procesos diarios de búsqueda e indagación para solucionarlos.• Considerar muchos puntos de vista, tanto propios como ajenos, sobre el mismo problema o la misma pregunta.• Compartir con otras personas sus experiencias, hallazgos y pensamiento, para confrontarlos con los de otros, llegar a consensos y actuar en sociedad de acuerdo con ellos.• Responde por sus acciones, sus hallazgos y sus conclusiones y por las aplicaciones que se hagan de ellos.	
Orientación propuesta por el MEN para el estudio de las ciencias.	
Ciencias sociales	Ciencias Naturales
Se busca que el estudiante “comprenda de manera interdisciplinaria a los seres humanos, las sociedades, el mundo y, sobre todo, su propio país y su entorno social (MEN, Formar en ciencias el desafío., 2004)”	Se espera que el estudiante “entienda el aporte de las ciencias naturales a la comprensión del mundo donde vivimos (MEN, Formar en ciencias el desafío., 2004)”.

Nota: Esta tabla presenta las consideraciones que según el M.E.N. orientan el estudio de las ciencias sociales y naturales.

Esta clasificación contribuye a que los jóvenes entiendan más en detalle las diferencias y el objeto de estudio de cada disciplina científica y puedan ir escogiendo, con mayor seguridad, opciones académicas o de trabajo relacionadas con sus intereses (MEN, 2004, pág. 13).

Anexo 5. El sonido en los libros de texto de educación media.

La elección de los elementos relacionados con el estudio de las ondas y la acústica que se presenta en el interior de las aulas en ocasiones esta soportada en los libros de texto, en la I.E.D. Bilbao está no es el caso, ya que no se maneja un libro como guía, sin embargo, los estudiantes que asisten de manera presencial a la institución tienen acceso al material de biblioteca, donde principalmente se hace uso del hipertexto Santillana. En pocas ocasiones

este libro es usado por instrucción del docente, la distribución de temas del hipertexto se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 30 Propuesta libro de texto hipertexto Santillana.

Nombre del libro	Temas abordados	Planteamiento
Hipertexto, física 1 Usado en grado 10°	<ul style="list-style-type: none"> *Energía, potencia *Conservación de la energía *Energía potencial elástica. *Movimiento Circular Uniforme *Fluidos (densidad, presión). *Radiación de Calor (Ondas ultravioleta Ondas infrarrojas) 	<p>No se abordan los fenómenos acústicos.</p> <p>Se habla de las fuerzas conservativas y no conservativas usando como ejemplo el péndulo</p> <p>Se hace referencia directa a las ondas únicamente para hablar de la trasmisión de calor.</p> <p>Se presenta el concepto de periodo y frecuencia a través del movimiento circular uniforme.</p>
Hipertexto, física 2 Usado en grado 11°	<p>Capítulo I</p> <ul style="list-style-type: none"> *Movimiento Armónico Simple. *La energía en los sistemas oscilantes. <p>Capitulo II</p> <ul style="list-style-type: none"> *Propagación de las ondas. *Fenómenos ondulatorios. <p>Capitulo III</p> <ul style="list-style-type: none"> *El sonido. *sistemas resonantes. 	<p>Se abordan los fenómenos acústicos partiendo del estudio del movimiento oscilatorio, pasando al movimiento armónico simple, describiendo las ecuaciones generales.</p> <p>Se abordan las oscilaciones desde los sistemas resonantes.</p> <p>Se expone la función de onda Así como la energía y potencia en las ondas, y la descripción de los fenómenos ondulatorios.</p> <p>Se aborda el sonido y sus características, así como las ecuaciones que describen el comportamiento ondulatorio.</p> <p>Adicionalmente se estudian los sistemas resonantes como las cuerdas, los tubos sonoros y la voz.</p>

Nota: Esta tabla presenta los estándares asociados al estudio de las ondas y el sonido propuestos el hipertexto Santillana en diferentes niveles académicos.

Se hace evidente que en el libro que corresponde a grado 11° se puede encontrar un curso muy completo de ondas que supera en varios aspectos los requerimientos propuestos por el

MEN, la dificultad se genera al intentar abordar a profundidad los ítems sugeridos en el libro, ya que, por ejemplo, para entender la formulación de ecuaciones, se requiere del dominio de habilidades matemáticas que los estudiantes en ese nivel de formación aún no han adquirido.

A pesar de que los autores del libro de texto Romero & Bautista, (2011, pág. 3) exponen que el texto se desarrolló de acuerdo a los lineamientos curriculares y estándares del MEN, buscando lograr en los estudiantes el manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales y aproximando al estudiante al conocimiento como científico natural desarrollando compromisos personales y sociales (Romero & Bautista, 2011, pág. 3). La realidad es que la diferencia entre la información y objetivos presentados en el hipertexto y la aplicación de los estándares del MEN difiere bastante por situaciones como las expuestas en la problemática que motiva la presente investigación³².

Anexo 6. Material didáctico desarrollado para la propuesta

sesión 1

Formulario “Actividad introductoria, test de conocimientos previos”

<https://forms.gle/7eTX5FisPQL1xRVS6>

sesión 2

Formato de registro de datos

<https://docs.google.com/document/d/13MT1y5C7R1k9pTsJUTpkjYDtOi3hT2ux/edit?usp=sharing&ouid=100756670397364443605&rtpof=true&sd=true>

sesión 3

Material de apoyo diseñado para repaso, y soporte a estudiantes sincrónicos.

³² Sin embargo, se resalta el trabajo realizado en el desarrollo del texto, ya que es una herramienta que puede presentar aportes valiosos al proceso de enseñanza, ya que cuenta con ejemplos de aplicación, contexto histórico, ilustraciones, soporte para la comprensión de ecuaciones, entre otros, y puede resultar de fácil comprensión en contextos donde los estudiantes tengan un mayor dominio de sus habilidades en matemáticas y ciencias.

<https://youtu.be/IMXDAA07104>

<https://youtu.be/wo3qmbpyXOg>.

Sesión 4

Formulario “Ondas, test de conocimientos”.

<https://forms.gle/cJUmdCDa2WJVtMdx7>

Anexo 7. Modelación de ondas sonoras a partir del M.A.S.

Reconociendo al oído como la herramienta que permite que los estudiantes puedan aproximarse a la comprensión científica del sonido desde su experiencia sensorial, se abordarán los elementos teóricos que permiten dar cuenta de su comportamiento ondulatorio con interés especial en la propagación del sonido en el aire.

Roxmanth García (2012)³³ afirma que algunos elementos que favorecen la comprensión de los fenómenos ondulatorios y su relación con el análisis científico, “tienen que ver con el reconocimiento de referentes históricos, abordando reflexiones alrededor del movimiento armónico simple, o revisando las formulaciones de Hooke sobre las oscilaciones pendulares y el comportamiento de materiales elásticos, que da pie al análisis de fuerzas restitutivas“ bajo esa premisa, en su trabajo aborda la construcción de las ecuaciones del M.A.S. (movimiento armónico simple), que es la representación más básica de un movimiento oscilatorio, inicialmente desde el análisis del comportamiento de resortes oscilantes y también partiendo de vectores en la proyección del movimiento circular.

Las ecuaciones que describen el M.A.S. que se obtiene por cualquiera de los dos métodos son:

³³ Optando al Magister en Enseñanza de las Ciencias exactas y Naturales

ECUACIONES M.A.S.	Si en $t = 0, x_0 = A$	Si en $t = 0, x_0 = A * \cos \varphi_0$
Posición	$x = A * \cos(\omega * t)$	$x = A * \cos(\omega * t + \varphi_0)$
Velocidad	$v = -\omega * A * \text{sen}(\omega * t)$	$v = -\omega * A * \text{sen}(\omega * t + \varphi_0)$
Aceleración	$a = -\omega^2 * A * \cos(\omega * t)$	$a = -\omega^2 * A * \cos(\omega * t + \varphi_0)$

Tabla 31 Ecuaciones de Movimiento Armónico Simple.

Donde ω es la velocidad angular, A la amplitud del movimiento circular y φ_0 es la constante de fase.

El sonido se produce cuando “un disturbio que se propaga por un material elástico causa una alteración de la presión o un desplazamiento de las partículas del material que puedan ser reconocidos por una persona o un instrumento” (Di Marco, 1961, pág. 3), si éste proceso se desarrolla en forma continua generando ondas armónicas, Matemáticamente su comportamiento se puede representar por una función sinusoidal.

$$F_{(x,t)} = A * \text{sen}(\omega * t)$$

Donde ω es la frecuencia angular y A la amplitud, en función del tiempo.