

EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA
PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

TRABAJO DE GRADO
PARA ASPIRAR AL TÍTULO DE LICENCIADA EN FÍSICA


PRESENTADO POR:
ANGIE KATHERINE HERNÁNDEZ TORRES

ASESOR:
EDUARDO GARZÓN LOMBANA

CO-ASESOR:
DIEGO MAURICIO RIVERA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA


AGOSTO 2015

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES PEDAGÓGICAS</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 4	

Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	El experimento y el software educativo como una herramienta para la enseñanza-aprendizaje del efecto Doppler
Autor(es)	Hernández Torres, Angie Katherine
Director	Garzón L. Eduardo
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2016 106 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	Software educativo, experimento, educación tradicional, fenómenos ondulatorios, efecto Doppler

2. Descripción
<p>Los métodos educativos se diseñan con el fin de optimizar la enseñanza y el aprendizaje, de mejorar la forma en la que los docentes presentan sus temas y en la que los estudiantes reciben la información. Como dice Ubaque Brito (2009), “la física es una ciencia que se fundamenta en el análisis teórico y en la actividad mediante experimentos”, lo cual hace que el experimento, “sea fundamental en los procesos de la enseñanza de esta ciencia”. Este elemento es, además, una herramienta poderosa a la hora de enseñar, pero generalmente tiene ciertos límites, principalmente en el ambiente escolar. Se propone el uso del <i>software</i> como herramienta de apoyo o método educativo para mejorar, optimizar y dinamizar las clases, más concretamente para este caso de estudio los fenómenos ondulatorios y el efecto Doppler.</p> <p>Este proyecto se implementó en el Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, en el municipio de Soacha-Cundinamarca, en los grados octavos, siendo pertinente este tema para ellos ya que como lo plantea el Ministerio de Educación Nacional (2004), en sus estándares para la educación media, el tema de ondas debe ser enseñado en grado octavo. Durante el desarrollo del proyecto se pudo observar el papel de la educación tradicional, el experimento y el <i>software</i> educativo a través de tres fases en las que fue aplicado: <i>test</i> introductorio de diagnóstico, etapa experimental e implementación del <i>software</i> educativo. Los resultados de este proyecto proyectan un escenario favorable para el uso intensivo de <i>software</i> educativo y la experimentación para la enseñanza de fenómenos físicos, como se pudo constatar en la enseñanza-aprendizaje del efecto Doppler.</p>

3. Fuentes
<p>[1] Barbosa Norbis, L. (s.f.). <i>Software Educativo: su potencialidad e impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje, ¿aliado o adversario del profesor?</i> Obtenido de</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>FORMACIÓN DE PROFESORES</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 4	

<https://tecnologiaaplicadaneza2.wikispaces.com/file/view/1.2%20Software%20Educativosu%20potencialidad%20e%20impacto.pdf/353002066/1.2%20Software%20Educativosu%20potencialidad%20e%20impacto.pdf>

- [2] Jaime Más, L. (2014). *Enseñanza de las ciencias a través de la experimentación*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- [3] Klopfer, E., & Yoon, S. (2005). Developing Games and Simulations for Today and Tomorrow's Tech Savvy Youth TechTrends. *Linking Research & Practice to Improve Learning*, 49(3), 33-41.
- [4] Ladino Martínez, L. M., & Fonseca Albarracín, Y. I. (2010). Propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico. *Orinoquia*, 14(2), 203-210. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14n2/v14n2a10.pdf>
- [5] Malagón Sánchez, J. (2009). *Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones de la enseñanza de la física*. Bogotá: Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional.
- [6] Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estandares Basicos de Copetencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- [7] Quero, M. (2006). *CONTENIDOS EDUCATIVOS DIGITALES: Qué son, cómo y por qué emplearlos, su creación, modos y formas para su uso....* Obtenido de <http://reddigital.cnice.mec.es/6/Panoramica/docs/panoramica.pdf>
- [8] Universidad Politécnica de Madrid, Servicio de Innovación Educativa. (2008). *Aprendizaje Cooperativo: Guías rápidas sobre nuevas metodologías*. Madrid.
- [9] Vargas, & Ramírez. (2005). *Hacia una construcción y comprensión de la acústica*. Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Física, Bogotá.
- [10] Zamora, F. (2015). *Importancia de las herramientas digitales para la educación*.


4. Contenidos

JUSTIFICACIÓN

El trabajo se justifica en buscar una estrategia de aula que deje a un lado la monotonía de las clases teóricas y que además pueda dar cumplimiento a los estándares de educación del Ministerio de Educación Nacional.

PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo se puede alcanzar los conceptos básicos de ondas involucrados en el estudio del fenómeno Efecto Doppler, con los estudiantes de octavo grado del Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, de acuerdo con los estándares de educación del Ministerio de Educación Nacional?

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 4	

MARCO TEÓRICO

Se hace una revisión bibliográfica donde se discute sobre los métodos educativos dominantes en la educación actual, el papel del experimento como apoyo de aprendizaje y su valor científico, el uso de herramientas digitales dentro del aula de clase, la metodología cooperativa y su uso en el aula y por último la contextualización del efecto Doppler como tema de enseñanza del trabajo.

DISEÑO Y PLANEACIÓN

Se revisa los elementos concernientes al desarrollo del trabajo y su preparación, como lo son el estudio de población, diseño de estrategia de aula y desarrollo del software educativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se revisan los resultados de la estrategia de aula, analizando las novedades y comprobando la efectividad de la estrategia de aula planteada.

CONCLUSIONES

Se muestran las consideraciones finales del desarrollo de la experiencia de aula, vinculando los resultados con los objetivos propuestos al inicio del trabajo.

5. Metodología

Hay diferentes formas de incentivar el aprendizaje en un grupo de estudiantes, dentro de estas se destaca el aprendizaje cooperativo, metodología en la que se ha fundamentado este trabajo. Consideramos en primer lugar, las palabras de Gómez Gutiérrez (2007), quien dice que “la cooperación es la contrapartida de los planteamientos competitivos. Quien opta por una pedagogía de la cooperación está apostando abiertamente por una sociedad en la que prevalecen valores como la comunicación, la ayuda, la colaboración, el respeto, la diversidad, la inclusión, la participación y la responsabilidad”. De la anterior consideración es importante resaltar el cómo la cooperación es un elemento importante no solamente para el ámbito académico de la escuela, sino que además crea y desarrolla capacidades y valores en los estudiantes.

Las técnicas de aplicación de esta metodología son diversas, y estas varían de acuerdo de las necesidades del docente o de los estudiantes. El Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid (2008), señala 4 técnicas de aprendizaje cooperativo, no siendo estos los únicos sino algunos de los más importantes. Para este trabajo se tomará en referencia la Co-op Co-op de Kagan (1985).


CO-OP CO-OP (KAGAN -1985-)

Técnica parecida a Group Investigation en lo que respecta a investigación por equipos sobre determinados temas.

- El objetivo principal es que los alumnos se ayuden unos a otros a aprender.

La secuencia de esta técnica es:

- a. Discusión de los participantes, para conocer sus intereses. El docente guía este debate.
- b. Formación de grupos de trabajo heterogéneos.
- c. Selección del tema para cada equipo.
- d. Selección de subtemas que componen el tema. Cada persona se hace responsable y experta de un subtema.
- e. Presentación del subtema al grupo.
- f. Presentación del tema a toda clase.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES PEDAGÓGICAS</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 4	

g. Evaluación de las presentaciones individuales y grupales y evaluación del trabajo individual de cada persona sobre un subtema (evaluación del profesor más co-evaluación)

El aprendizaje cooperativo confía en la capacidad de los estudiantes de trabajar en grupo y lograr metas unidos, consiguiendo de esta manera dinamizar las actividades de aula, establecer lazos de colaboración y generar conocimiento de forma tal de que la monotonía de la pizarra no sea el único medio y herramienta de enseñanza de los educadores.

6. Conclusiones
<ul style="list-style-type: none"> - El experimento como elemento inmersivo, didáctico y estimulante de las actividades de enseñanza aprendizaje. Esta limitado en el ámbito escolar por el espacio, implementos y riesgos en algunos casos. - El <i>software</i> puede ser usado como herramienta complementaria al experimento, siendo capaz de recrear virtualmente fenómenos enormes, minúsculos o invisibles, representándolos de manera comprensiva y didáctica. - La implementación de los <i>softwares</i> educativos se ve en muchos casos restringida por limitaciones tecnológicas en el ambiente escolar en algunos casos como lo son los problemas de compatibilidad, obsolescencia de equipos, recursos económicos, entre otros. - El desarrollo de la tecnología de realidad virtual abre un sinfín de posibilidades a futuro gracias a su potencial de recrear fenómenos en un ambiente totalmente envolvente. - El aplicar la metodología cooperativa co-op co-op Kagan (1985) en las clases, sirvió a los estudiantes como estimulante de discusión e inculcó responsabilidad hacia el trabajo, ya que esta metodología comprometió a los estudiantes a trabajar en equipo para poder cumplir las metas propuestas. De la misma manera, la metodología cooperativa les dio más protagonismo a los estudiantes en clase, ya que el exponer sus descubrimientos en grupo al finalizar las sesiones, les dio la responsabilidad de aportar al conocimiento de todo el salón. - La encuesta realizada a los estudiantes mostró la aceptación de clases en las que se usó el experimento y el <i>software</i> educativo como estrategia de aula, esto debido a que se convirtieron en clases más dinámicas y menos monótonas a comparación de las estrategias de aula tradicionales - Dificultad del cumplimiento de los estándares de educación del Ministerio de Educación Nacional por su manera de formularse y las imitaciones que se presentan dentro del ámbito escolar (Tiempo de clase, desarrollo lento de temas, entre otros)

Elaborado por:	Angie Katherine Hernández Torres
Revisado por:	Eduardo Garzón Lombana

Fecha de elaboración del Resumen:	22	08	2016
--	----	----	------

AGRADECIMIENTOS

Primero y como más importante, me gustaría agradecerle a la persona que me dio la vida, mi madre Ana Torres, sin ella no estaría en el lugar que estoy, gracias por sus esfuerzos, por sus buenos pensamientos, por su apoyo, por su amor, paciencia y sobre todo por creer en mí cuando nadie lo hacía; a mi padre que, gracias a su dedicación y a pesar de no estar siempre al lado de nosotros por su trabajo siempre estuvo dándome buenos consejos, a mi hermano que siempre me daba una palabra de aliento para seguir adelante y nunca rendirme. De igual forma agradezco a Duvan Cruz, quien con todo su cariño, amor y paciencia siempre estuvo ayudándome día tras día en que este sueño se hiciera realidad, sin su sacrificio no habría logrado terminar con éxito esta etapa. Agradezco también a Sonia Cruz, quien me ayudó a gestionar diferentes trámites en la universidad cuando yo no podía, siendo de gran ayuda en la entrega de este trabajo.

Este trabajo no habría sido posible sin la gran ayuda, apoyo y paciencia de mi asesor Eduardo Garzón Lombana, el destino me dio el privilegio de conocerlo, gracias a sus orientaciones, conocimientos, manera de trabajar, persistencia y motivación no habría logrado este trabajo adelante. Finalmente, a mis compañeros y mi gran amiga Ingrid Guasca quien siempre estuvo en los momentos que debía estar, apoyándome sin esperar nada a cambio, con quien tuve el privilegio de compartir grandes momentos tanto buenos como malos.

RESUMEN

Los métodos educativos se diseñan con el fin de optimizar la enseñanza y el aprendizaje, de mejorar la forma en la que los docentes presentan sus temas y en la que los estudiantes reciben la información. Como dice Ubaque Brito (2009), “la física es una ciencia que se fundamenta en el análisis teórico y en la actividad mediante experimentos”, lo cual hace que el experimento, “sea fundamental en los procesos de la enseñanza de esta ciencia”. Este elemento es, además, una herramienta poderosa a la hora de enseñar, pero generalmente tiene ciertos límites, principalmente en el ambiente escolar. Se propone el uso del *software* como herramienta de apoyo o método educativo para mejorar, optimizar y dinamizar las clases, más concretamente para este caso de estudio los fenómenos ondulatorios y el efecto Doppler.

Este proyecto se implementó en el Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, en el municipio de Soacha-Cundinamarca, en los grados octavos, siendo pertinente este tema para ellos ya que como lo plantea el Ministerio de Educación Nacional (2004), en sus estándares para la educación media, el tema de ondas debe ser enseñado en grado octavo. Durante el desarrollo del proyecto se pudo observar el papel de la educación tradicional, el experimento y el *software* educativo a través de tres fases en las que fue aplicado: *test* introductorio de diagnóstico, etapa experimental e implementación del *software* educativo. Los resultados de este proyecto proyectan un escenario favorable para el uso intensivo de *software* educativo y la experimentación para la enseñanza de fenómenos físicos, como se pudo constatar en la enseñanza-aprendizaje del efecto Doppler.

Palabras clave: *Software educativo, experimento, educación tradicional, fenómenos ondulatorios, efecto Doppler.*

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
JUSTIFICACIÓN	6
PREGUNTA PROBLEMA.....	8
OBJETIVOS	9
GENERAL.....	9
ESPECÍFICOS.....	9
ANTECEDENTES.....	10
MARCO TEÓRICO.....	11
MÉTODOS EDUCATIVOS	11
EL EXPERIMENTO Y LA ENSEÑANZA.....	13
LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE CON HERRAMIENTAS DIGITALES	14
EL APRENDIZAJE COOPERATIVO	15
EFECTO DOPPLER	19
DISEÑO Y PLANEACIÓN.....	22
POBLACIÓN	22
ESTÁNDARES DE EDUCACIÓN	22
ETAPA DE DISEÑO	23
DISEÑO DEL <i>SOFTWARE</i> EDUCATIVO	23
DISEÑO DE ESTRATEGIA DE AULA	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
FASE 1 - <i>TEST</i>	34
FASE 2 – ACTIVIDADES DE EXPERIMENTACIÓN	38
FASE 3 – <i>SOFTWARE</i> EDUCATIVO.....	46
CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFÍA.....	56
LISTADO DE ANEXOS	59

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Ejemplo de observador y fuente en reposo.	20
Imagen 2: Izquierda: Imagen observador alejándose de la fuente de sonido en reposo. Derecha: Imagen observador acercándose a la fuente de sonido en reposo.	20
Imagen 3: Izquierda: Imagen observador en reposo y fuente de sonido acercándose de él. Derecha: Imagen Observador en reposo y fuente de sonido alejándose de él.	21
Imagen 4: Arriba izquierda: Fuente de sonido y observador en movimiento acercándose uno al otro. Arriba derecha: Fuente de sonido y observador moviéndose en una misma dirección (observador delante de la fuente). Abajo izquierda: Fuente de sonido y observador en movimiento alejándose uno del otro. Abajo derecha: Fuente de sonido y observador moviéndose en una misma dirección (fuente delante del observador).....	21
Imagen 5: Muestra del software dentro de cada simulación. Superior izquierda efecto Doppler, superior derecha refracción, inferior izquierda reflexión e inferior derecha difracción.	24
Imagen 6: Representación de un test.	25
Imagen 7: Representación de estudiantes observando un video.	26
Imagen 8: Representación de una onda periódica.	26
Imagen 9: Uso de Slinky.	27
Imagen 10: Uso de máquina de ondas.....	28
Imagen 11: Agua y aceite refractando.....	28
Imagen 12: Uso de cubeta de ondas.	29
Imagen 13: Experimento de observación del sonido.	30
Imagen 14: Tipos de timbre.	30
Imagen 15: Diapasón siendo escuchado.....	31
Imagen 16: Desplazamiento de las ondas en un avión supersónico.	32
Imagen 17: Esquema de organización según metodología Co-op Co-op. Ejemplo 801.....	33
Imagen 18: Estudiantes observando el video de la actividad número 1.....	39
Imagen 19: Estudiantes realizando la onda sobre el papel en la actividad número 2.	40
Imagen 20: Estudiantes haciendo uso de la cubeta de ondas en laboratorio, actividad número 4.	42
Imagen 21: Estudiantes haciendo uso de la máquina de ondas, actividad número 5.	43
Imagen 22: Observación de los elementos sumergidos en agua y aceite, actividad número 6.44	
Imagen 23: Estudiantes haciendo uso del osciloscopio, actividad número 7.....	45
Imagen 24: Retroalimentación de las actividades por medio de mapas mentales.	46
Imagen 21: Menú principal del software con los enlaces a cada simulación.....	46
Imagen 26: Muestra del software dentro de cada simulación. Superior izquierda efecto Doppler, superior derecha refracción, inferior izquierda reflexión e inferior derecha difracción.	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de población objetivo.	22
Tabla 2: Matriz diseño de estrategia de aula	32
Tabla 3: Distribución de los grupos para las actividades.	33
Tabla 4: Resultados primer punto test, primera parte.	34
Tabla 5: Resultados primer punto test, segunda parte.....	34
Tabla 6: Resultados segundo punto test.	35
Tabla 7: Resultados tercer punto test.	35
Tabla 8: Resultados cuarto punto test.	35
Tabla 9: Resultados quinto punto test.	35
Tabla 10: Resultados sexto punto test.	36
Tabla 11: Resultados séptimo punto test.....	36
Tabla 12: Resultado octavo punto test.	36
Tabla 13: Resultados noveno punto test.....	36
Tabla 14: Resultados decimo punto test.....	37
Tabla 15: Resultados decimoprimer punto test.	37
Tabla 16: Resultados decimosegundo punto test.	37
Tabla 17: Resultados Unidad 1- formación de las ondas	38
Tabla 18: Resultados Unidad 1 - Ondas periódicas	40
Tabla 19: Resultados Unidad 1 - Propagación de las ondas	41
Tabla 20: Resultados Unidad 2 - Difracción e interferencia.....	42
Tabla 21: Resultados Unidad 2- Reflexión.	43
Tabla 22: Resultados Unidad 2 - Refracción	44
Tabla 23: Resultado primer punto, taller software educativo.	47
Tabla 24: Resultados segundo y séptimo punto, taller software educativo.	48
Tabla 25: Resultados tercer y cuarto punto, taller software educativo.	48
Tabla 26: Resultados quinto y sexto punto, taller software educativo.	49
Tabla 27: Resultados octavo punto, taller software educativo.	49
Tabla 28: Resultados noveno punto, taller software educativo.....	49
Tabla 29: Resultados decimo punto, taller software educativo.....	50
Tabla 30: Resultados decimoprimer punto, taller software educativo.	50

INTRODUCCIÓN

La necesidad de innovar constantemente en los procesos de enseñanza, de tal forma que el aprendizaje cada vez sea más fácil y a la vez efectivo, ha impulsado a muchos educadores a tratar de diseñar métodos y modelos que puedan facilitar su trabajo y a su vez poder formar estudiantes mejor capacitados en diferentes áreas del conocimiento. Un gran ejemplo de esta búsqueda ha sido la inclusión de las herramientas informáticas al aula de clase, como un poderoso apoyo en la enseñanza y creación del conocimiento gracias a su capacidad de almacenar información, así como de ser un elemento didáctico, intuitivo y en la actualidad, de fácil acceso.

Se ha puesto en cuestión la viabilidad de la implementación de las nuevas tecnologías dentro de las dinámicas de aula, esto a razón de los costos y de la adecuación de *software* especializado para su correcta aplicación. Este documento analiza las implicaciones del uso de un *software* educativo en la enseñanza-aprendizaje del efecto Doppler dentro de la clase de física, además de estudiar el papel del experimento dentro de la misma.

Para la organización de este trabajo se tuvieron en cuenta los estándares propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), en los cuales se propone un marco temático para cada grado escolar y se pudo ubicar el tema de ondas correspondiente al grado octavo. Esto permitió seleccionar la población objetivo para aplicar las pruebas desarrolladas.

La metodología con la que se desarrolló este proyecto, constó de un enfoque mixto, en el cual se usó tanto información cuantitativa y estadística, así como la cualitativa. Por parte de la información cuantitativa, se desarrolló una base de datos de los resultados de cada parte del proyecto, generando así un informe de las 3 fases del proceso (*test* introductorio de diagnóstico, etapa experimental e implementación del *software* educativo) que permitió compararlas y observar diferencias entre cada método. Por otra parte, se hizo uso de información cualitativa y participativa, reflejada en la voz y opinión de los estudiantes sobre la aplicación de estos métodos dentro del aula.

A pesar de la generosidad y atención del colegio en el que se desarrolló el proyecto, se presentaron varias limitaciones durante el desarrollo de las actividades, entre las más importantes se encontraron: el limitado tiempo de las clases, la obsolescencia de los equipos en los cuales se instaló el *software* educativo por lo que se ejecutó en un limitado número de ellos y el poco espacio que se dio para implementar este último.

Por último, se evaluó la actividad realizada obteniendo resultados que permitirán valorar las dinámicas de clase propuestas a futuro gracias al enorme potencial didáctico y funcional que demostró su aplicación dentro del colegio.

JUSTIFICACIÓN

A través del tiempo la experiencia ha revelado los grandes secretos de la naturaleza a la humanidad, siendo esta el pilar del entendimiento humano de su entorno. El hombre ha reflexionado sobre el papel de la experimentación y su importancia en el conocimiento del mundo, siendo así fundamental para entender y explicar diferentes fenómenos en prácticamente todas las ramas de la ciencia, especialmente las naturales. Altarejos Masota (s. f.) señala que, “el experimento hace posible un más efectivo contraste de la elaboración racional con la realidad empírica. La experimentación, como elemento cognoscitivo del método científico-natural, no sólo tiene el carácter inventivo o descubridor que se le atribuye frecuentemente como dominante. La experimentación es también la piedra de toque de la verdad; pero de una verdad originariamente lógica, enunciada como fruto de un proceso abstractivo y deductivo”.

Todo elemento o suceso en el universo puede ser recreado y como dijo en su época el célebre filósofo y empirista John Locke (s. f.) “ningún conocimiento humano puede ir más allá de su experiencia”. El trabajo experimental no solamente es un valioso método para conseguir respuestas, este se constituye en una gran herramienta para traspasar el conocimiento y comprobar hipótesis ya planteadas y así generar un mejor entendimiento de la situación de estudio particular.

En la educación tradicional, aunque la mayoría de los fenómenos sean posibles de explicar teóricamente, los estudiantes no logran entenderlos por completo, ya que como dice Ubaque Brito (2009), la física se debe pensar en un carácter “teórico-experimental” con un vínculo indisoluble. Al respecto, Ubaque Brito, señala que “en el salón de clase el aspecto teórico que viene dado, básicamente, por la descripción del fenómeno y el uso de los algoritmos es siempre presentado por los maestros y visualizado por los estudiantes, mientras que en el aspecto experimental sucede todo lo contrario, ya que infortunadamente el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física se hace incompleto tanto para el maestro que está omitiendo una parte esencial de esta, como para el estudiante que no visualiza el carácter experimental de la física”. Con esto se le da un papel principal al experimento dentro de la interacción enseñanza-aprendizaje en el aula, debido a que el observar y analizar problemas en el mundo real atrae la atención de los estudiantes y los impulsa a investigar más sobre cómo funciona el universo, ya que, “el estudiante se genera un pensamiento más creativo y una confianza por la investigación científica, lo cual le permitirá descubrir y comprobar determinados fenómenos o principios científicos” (Ubaque Brito, 2009), con ello podemos contar con una generación de futuros investigadores ávidos de conocimientos, que hallan intereses en la actividad experimental.

Por otro lado, en la última década se ha presenciado como la tecnología se ha masificado siendo ésta parte permanente del día a día humano. Su gran maleabilidad y potente acción sobre las actividades humanas generan un escenario perfecto para utilizarlas en diferentes procesos. La educación, en su constante quehacer busca innovar sus formas para hacer más fácil la labor docente de enseñar y el deber del alumno de aprender, de esta manera la tecnología se presenta como una oportunidad de llegar más fácilmente al alumno, por medio de *software* especializado en educar, aprovechando el potencial didáctico del cual carece la escuela tradicional, que solo se limita a la pizarra y al texto.

Aunque en cierta medida los métodos educativos tradicionales han resultado efectivos, es importante explorar los nuevos medios, este documento pretende demostrar que el experimento y el software educativo pueden ser un complemento perfecto al método de enseñanza tradicional o inclusive por sí mismos, métodos de enseñanza poderosos que pueden ser perfeccionados y tienen un potencial futuro inimaginable, que aporta a la enseñanza de la física al igual que de otras ciencias permitiendo el desarrollo de mentes curiosas que encuentran en el experimento otra forma de ver el mundo, y en el software educativo una manera fácil, interactiva y cercana de conocer el funcionamiento de fenómenos que en algunos casos serían muy difíciles de presenciar.

El Ministerio de Educación Nacional en sus esfuerzos por mejorar el nivel educativo de los jóvenes en Colombia ha propuesto unos estándares de educación estableciendo componentes temáticos para cada grado. Los profesores tienen dificultades para el desarrollo de los estándares, como en el caso particular del grado octavo, en el que se menciona el tema de ondas. Este trabajo pretende buscar una alternativa a la educación tradicional estando sujeta a lo mencionado por el MEN y así cumplir de manera satisfactoria con los objetivos de este.

PREGUNTA PROBLEMA

Dentro del ámbito de educación en física, se presenta la dificultad de que en algunas instituciones no se enseña física a toda la educación básica, si no solamente a grados decimos y onces. Teniendo en cuenta que, dentro de los estándares de educación, del Ministerio de Educación Nacional, se plantean algunos “ítems” que ofrecen una guía curricular para ser empleada en cada curso, recomendando lo que se debe aprender por nivel, y dentro de estas recomendaciones se encuentra la enseñanza de la física a partir de sexto grado. De esta manera, ya que se ha tomado el grado octavo, como población objetivo, se toma como referencia la enseñanza de las ondas, los cuales son propuestas dentro de los estándares según el Ministerio de Educación Nacional.

El Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, desde hace 3 años aproximadamente, ha tratado de solventar esta dificultad, enseñando la física en toda la básica. Esto ha planteado unos retos a los docentes que se encargan de orientar la física en esta institución, los cuales están relacionados con la conceptualización matemática que se desarrollan en grados superiores (decimo y once), pero que los estudiantes desde sexto hasta noveno aún no han construido para trabajar con el lenguaje propio de la física. De esta manera las dificultades se resumen en: Las edades de los estudiantes que están relacionadas con su concentración en las clases, la conceptualización física sin recurrir a matemáticas apropiada para el nivel y la necesidad de adoptar estrategias atractivas para los estudiantes.

Un reto particular del docente del Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II es que los grupos están conformados por aproximadamente 45 estudiantes por salón. Debido a la gran cantidad de estudiantes es complicado monitorear el aprendizaje de cada estudiante, debido a que cada uno tiene su forma particular de aprender. De acuerdo con lo planteado anteriormente surge la pregunta problema:

¿Cómo se puede alcanzar los conceptos básicos de ondas involucrados en el estudio del fenómeno Efecto Doppler, con los estudiantes de octavo grado del Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, de acuerdo con los estándares de educación del Ministerio de Educación Nacional?

OBJETIVOS

GENERAL

- Diseñar e implementar una estrategia de aula, que aplique el *software* educativo y el experimento para el cumplimiento de los estándares de educación del Ministerio de Educación Nacional en ciencias naturales de octavo grado, a través del estudio del Efecto Doppler.

ESPECÍFICOS

- Identificar los conceptos básicos de ondas para la enseñanza-aprendizaje del Efecto Doppler, para estudiantes de octavo grado del Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, tomando como referencia los estándares de educación del Ministerio de Educación Nacional.
- Diseñar e implementar un *software* educativo para estudiantes de octavo grado en el que se pueda estudiar el fenómeno del Efecto Doppler.
- Presentar e implementar prácticas experimentales en el que se pueda observar algunos conceptos básicos de ondas.
- Evaluar el desarrollo de la investigación propuesta.

ANTECEDENTES

Dentro de los proyectos desarrollados en la Universidad Pedagógica Nacional, no se ha encontrado uno que utilice el *software* educativo de otra forma que no sea solamente de apoyo al docente, motivo por el cual este documento puede marcar la diferencia dentro de los trabajos realizados, esto a razón de que el *software* es propuesto como un método educativo formal dentro de la educación. No obstante, a continuación, se hace un breve resumen de varios proyectos que tuvieron lugar en la Universidad Pedagógica Nacional, donde se presentan elementos que se encuentran relacionados con el presente documento.

El trabajo de grado “Actividades experimentales con Enfoque Colaborativo: Uso de herramientas computacionales para el aprendizaje del Efecto Doppler” (Bernal & Santamaría, 2011), dirigido por el profesor Carlos Mario Montes Jiménez, resalta el enfoque colaborativo para la enseñanza del Efecto Doppler, comenzando por conceptos básicos que llevan al estudiante a la comprensión del fenómeno, a través de actividades experimentales y una simulación. El presente trabajo muestra diferencias con el de Bernal y Santa María en cuanto a que este se basará en una metodología con enfoque cooperativo, además de que la simulación tiene elementos adicionales como el desarrollo de otros fenómenos (reflexión, refracción y difracción); la población objetivo tienen diferentes necesidades ya que el anterior trabajo se centra en la educación media y este trabajo se centra en la educación básica.

En el trabajo de grado “Apoyo didáctico a un curso de acústica a través de analizador de señales audibles” (Tamayo, 2008) asesorado por el profesor Eduardo Garzón Lombana, se encuentra una serie de actividades experimentales relacionados a la acústica aplicados en el aula de clase, en una didáctica de formulación de proyecto de aula donde se concreta el papel de las prácticas experimentales con el uso del computador para la enseñanza de la física.

Por último, el trabajo de grado “Hacia una construcción y comprensión de la acústica” (Vargas & Ramírez, 2005) dirigido por el profesor José González Flores, destaca la importancia del experimento como una herramienta para el docente en la enseñanza de la física y en la interpretación de conceptos, para generar al estudiante un gran interés hacia la ciencia, crea una inquietud de investigación y análisis de fenómenos sencillos del diario vivir.

MARCO TEÓRICO

El querer formar a los estudiantes de manera eficaz y haciéndolos más competentes, ha impulsado a la labor docente a proponer diferentes métodos que les permita facilitar su trabajo, de tal manera que sea efectivo e innovador. La educación ha usado muchos recursos para lograr sus objetivos, herramientas como el experimento y las nuevas tecnologías, han sido de gran apoyo a la hora de enseñar y aprender en el aula de clase. Estas herramientas se caracterizan principalmente por su naturaleza didáctica y a su vez educativa, permitiendo a los estudiantes mejorar sus conocimientos de una forma no tan rígida como los modelos tradicionales de la educación centrados en la teoría.

En este segmento del documento se hablará sobre los métodos y modelos educativos escolares haciendo especial énfasis en el panorama nacional, al igual que se revisará la importancia del experimento como método válido y efectivo para el aprendizaje, especialmente en la enseñanza de las ciencias; por otra parte, se valorará el aporte de las nuevas tecnologías a la educación, exponiendo sus ventajas y analizando los retos que implican trabajar con ellas. Además de lo anterior, se hace una revisión sobre qué es el aprendizaje cooperativo, metodología de apoyo con la que se realizó este trabajo. Para finalizar, se hablará sobre el efecto Doppler, el fenómeno importante porque se utilizará en el ejercicio enseñanza aprendizaje.

MÉTODOS EDUCATIVOS

Es claro que no está definido un método de enseñanza escolar que pueda conseguir un aprendizaje homogéneo en los estudiantes, esto a causa de la infinita variedad de pensamientos, costumbres y culturas que imponen y orientan a los jóvenes en un ritmo y tipo de aprendizaje determinado, refiriéndose así a que “las capacidades, las habilidades y los perfiles de los estudiantes no siempre son los mismos” (Tamayo Durango, 2013) y que además por otra parte también “están influenciadas por el tipo de inteligencia que posean los alumnos, como las que se señalan en la teoría de las 8 inteligencias múltiples propuesta por Howard Gardner así: 1) Lingüística, 2) Lógica matemática, 3) Espacial, 4) musical, 5) Corporal cinestética, 6) Intrapersonal, 7) Interpersonal, 8) Naturalista.” (Tamayo Durango, 2013).

Los retos de la escuela y de los educadores consisten principalmente en conseguir un nivel de conocimientos homogéneos de acuerdo al grado que se encuentren cursando y de poder captar el interés de los alumnos de aprender. Es relativamente sencillo conseguir la primera parte, y es en ello que se basan actualmente los modelos educativos, un ejemplo de ello son los lineamientos propuestos por el Ministerio de Educación Nacional, donde se indican los “temas” que han de ser estudiados por grado cursado para cada una de las asignaturas que se enseñan en las instituciones educativas. Por otra parte, el segundo reto es más complicado y es una preocupación constante en el gobierno nacional, ya que de esto depende, en alguna medida, parte de la problemática de la deserción escolar en el país¹, de la deficiencia educativa en un gran porcentaje de los estudiantes que, aunque este no es el único motivo, “los indicadores internacionales de aprendizaje muestran que los estudiantes colombianos tienen, en promedio, niveles de aprendizaje comparativamente menores a los de países similares a Colombia” (Barrera Osorio, Maldonado, & Rodríguez, 2012) y de, en última instancia, la inspiración de un desarrollo científico, ya que en la educación básica secundaria son reducidos los esfuerzos para el fomento de procesos investigativos que permitan desarrollar capacidades como la curiosidad, el deseo de conocer, plantearse preguntas, observar, criticar, reflexionar y solucionar problemas; esto ha dificultado el desarrollo de competencias científicas en el estudiante que le contribuyan hacia una aproximación cultural a la ciencia y la tecnología desde la escuela (Castro Sánchez & Ramírez Gómez,

¹ ENCUESTA NACIONAL DE DESERCIÓN ESCOLAR – ENDE, http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-293664_archivo_pdf_resultados_ETC.pdf

2013). Para esta sección del documento se revisará principalmente los métodos y medios que las instituciones educativas y los docentes utilizan en su labor de enseñanza, principalmente en ciencias naturales en el panorama nacional.

En la enseñanza contemporánea es común observar a los maestros basarse en un único texto a la hora de desarrollar sus clases, pero estas costumbres pueden llegar a ser perjudiciales para el aprendizaje de los estudiantes, además, como señala Tamayo Durango(2013), “algunos maestros introducen en su práctica modificaciones a las propuestas del libro relacionadas con reducciones en el contenido y vinculadas a la disponibilidad del tiempo de clases o al reemplazo de una definición del texto por otra que se adecue más al nivel intelectual de los alumnos. Otro grupo de docentes en su trabajo en el aula tiende a ser tradicionalista en su proceso de enseñanza y, poco recursivo en la creación de ambientes de aprendizaje, en los cuales utilizan, en la mayoría de los casos, como único recurso didáctico el libro de texto, limitando con ello la búsqueda de nuevas estrategias, la contextualización del conocimiento en el aula, la producción de material didáctico de él como intelectual de la educación y la adquisición de nuevos contenidos conceptuales de los estudiantes.” Por otra parte, Barrera Osorio, Maldonado, & Rodríguez en su texto -Calidad de la educación básica y media en Colombia: diagnóstico y propuestas-(2012), dicen que “las prácticas de enseñanza en los docentes de ciencias naturales permiten identificar que el rol del docente y el estudiante; los ambientes y recursos de aprendizaje; no propenden por el desarrollo de competencias científicas; por el contrario, persiste una concepción tradicional de enseñanza en donde el estudiante es un sujeto pasivo en el proceso de aprendizaje, debido a que en las instituciones de educación básica secundaria muestreadas, son reducidos los esfuerzos para el fomento y utilización de recursos educativos que permitan desarrollar capacidades como la curiosidad, plantearse preguntas, observar, criticar, reflexionar y solucionar problemas. Esta situación ha dificultado el desarrollo de competencias científicas que permitan la adopción de la ciencia y tecnología por parte de los estudiantes.” Se podría decir que la falta de recursividad de los docentes (uno de los motivos por el que se desarrolla este trabajo) y el límite de tiempo escolar (elemento que es restringido por los colegio y es difícil solucionar) son factores fuertes que restringen el avance y la calidad del aprendizaje de los estudiantes, pero además de esto es evidente que los estudiantes pocas veces consiguen ver atractivas las clases en el aula, lo que afecta directamente su rendimiento y sus deseos de continuar formándose científicamente en determinadas áreas del conocimiento.

Estas debilidades, además de otras, son prioridad de mejora y como señala el Ministerio de Educación Nacional (2004) “la perspectiva es generar unas actitudes diferentes y una serie de conocimientos para que uno pueda aproximarse de otra manera al mundo: innovando, siendo creativo, manifestando un pensamiento crítico y reflexivo. Esto obliga a que los modelos habituales de la enseñanza, centrados en la simple transmisión de conocimientos ya elaborados, acabados y aparentemente neutrales, pierdan sentido.” Pero ¿cómo cambiar esta actitud ante la educación?; Para tratar de responder este cuestionamiento se puede recurrir a (Ladino Martínez & Fonseca Albarracín, 2010), quienes señalan que “si se considera la clase de ciencias como un problema de investigación estrictamente didáctico, existen tres elementos que deben tenerse en cuenta en la búsqueda de su optimización (Segura D, Molina A, y Pedreros R, 1999): - La manera como se articulan los conocimientos que se construyen con los conocimientos anteriores que posee el alumno (aspecto epistemológico). - La selección de los temas que se tratan y la determinación de su profundidad, en cuanto ésta debe corresponder entre otras cosas al desarrollo intelectual del estudiante (aspecto lógico). - La selección de los temas o problemas que se resuelven en clase, en cuanto a la actitud de los alumnos frente a ellos (relaciones de apropiación-rechazo, por ejemplo), lo cual es determinante para la captura del interés por lo que se hace (problema de pertinencia).” Para poder cumplir a cabalidad con estas premisas, es necesario pulir el sistema educativo evitando sus debilidades, que como dicen Barrera Osorio, Maldonado, & Rodríguez “ocurren, entre otros aspectos, debido al limitado trabajo de procesos

cognitivos y volitivos para el desarrollo de competencias científicas, a las prácticas de aula influenciadas por el positivismo que buscan el conocimiento objetivo y acumulativo, lejos de las tendencias actuales de la construcción del conocimiento científico.”

La búsqueda de alternativas dentro de la escuela, ha derivado en múltiples métodos educativos, los cuales, aunque en muchos casos suelen ser efectivos, no terminan de llenar las expectativas de estudiantes y educadores, y por ende no se termina de encontrar un método universal que permita establecer una escuela optimizada para todos los estudiantes. Dentro de estos tantos métodos sobresale aquella teoría filosófica que enfatiza el papel de la experiencia en la formación del conocimiento llamada empirismo, que nos ofrece el método experimental como herramienta didáctica y eficaz para el aprendizaje de los estudiantes y que, además, estimula el deseo de aprender más. Se revisará a continuación más a fondo su estrecha relación con la enseñanza, especialmente con las ciencias naturales.

EL EXPERIMENTO Y LA ENSEÑANZA

El experimento es probablemente uno de los medios más eficaces para acercar un estudiante a la ciencia y a la investigación, además de una excelente herramienta de aprendizaje. La enseñanza de esta manera es enriquecedora ya que “el alumno que realiza un experimento, siente que descubre aspectos de las Ciencias que para él, eran desconocidos o que había observado con anterioridad pero no había podido explicárselos” (González Piedrafita, s.f.), incitando la curiosidad, que de por sí es una característica innata en los niños, como se refleja en la cantidad de preguntas que son planteadas por ellos tanto en la escuela como en la casa. Por supuesto este método tiene problemas en el medio escolar como todos, y sus grandes críticos enfatizan en un gran inconveniente, el cual es, como señala Malagón Sánchez (2009), el excesivo carácter lineal de este, el cual se basa en un tipo de “receta de cocina”, donde los estudiantes siguen una guía paso a paso y pierden la esencia de la experimentación. La experimentación no se trata de eso, el replicar fenómenos en un paso a paso es a lo que generalmente los estudiantes en los colegios están acostumbrados; hay que cambiar ese pensamiento y esa mentalidad en la escuela, impulsar una cultura más científica, donde el experimento sea utilizado como un “elemento estimulador de la actividad hipotético-reflexiva” y sea “el vínculo de la teoría con la práctica” (González Piedrafita, s.f.).

Para conseguir esta “cultura científica” en las escuelas, es importante tener unas bases teóricas, las cuales gracias al “aprendizaje significativo” han de ser tratadas a lo largo de la formación de los estudiantes, para que a la hora de experimentar se pueda “hablar científicamente”, que es según Guatta (2008), “adquirir una alfabetización científica, también es poder observar, describir, comparar, clasificar, utilizar distintos tipos de representaciones gráficas y simbólicas específicas, analizar, discutir, hipotetizar, cuestionar, argumentar, diseñar experimentos, juzgar, evaluar, decidir, concluir, generalizar, divulgar, informar y disertar”, cualidades que, asegura Guatta, “se aprenden del mismo modo que otras: practicándolo con las personas que lo dominan y utilizándolo en muy diversas situaciones.” Los docentes, como guías en la formación académica de los estudiantes tienen el deber de dominar este tipo de cualidades, lo cual permitirá enseñar de manera eficaz estas a los alumnos; tienen que, además, “reflexionar sobre las prácticas de aula para innovar y mejorar su labor. Adquirir hábitos y destrezas para el aprendizaje autónomo y cooperativo y promoverlo entre los estudiantes” (Jaime Más, L., 2014). La escuela debe ser el primer paso hacia la formación de científicos, y cambiar la visión de ciencia de los estudiantes ya que, como dice Lucia Jaime Más (2014), “muchos alumnos tienen ideas inapropiadas y preconcebidas sobre la ciencia, sobre cómo se construye y cómo se estructura”, la labor docente entonces, continúa Jaime, es “cambiar el pensamiento de que la ciencia es para los científicos, sino que es una forma de comprender el mundo que está al alcance de todos y cada uno de nosotros. Es necesario fomentar motivación en los alumnos ya que la ciencia es preguntar, experimentar y reflexionar”.

Sí la practica hace al científico el experimento genera el conocimiento, este tipo de conocimiento que, no solamente se dedica a aprender el funcionamiento de fenómenos y elementos ya conocidos, sino que además, impulsa la generación y proposición de nuevas teorías, es lo que se necesita poner más en práctica dentro de la academia escolar básica y media, preparar nuevas mentes que no se limiten a ser solo recipientes del conocimiento transmitido por el docente, sino que abran nuevos universos de posibilidades que se encuentren basados en su curiosidad y que sean inspiración para continuar con investigaciones más allá del colegio. La docencia tiene que idear nuevos e innovadores métodos que permitan llegar de manera mas amena a los estudiantes, que generen un interés absoluto, evitando la monotonía; el experimento es una posibilidad muy interesante que puede ser efectiva, pero ¿Qué tal si la apoyamos en un ambiente más contemporáneo?. Con la anterior pregunta se abre la discusión de la inclusión de las herramientas digitales dentro de los métodos educativos en la actualidad, sus ventajas, limitaciones y como podrían atraer a una juventud más inmersa dentro del mundo tecnológico.

LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE CON HERRAMIENTAS DIGITALES

Actualmente el mundo se ha visto inmerso dentro de grandes movimientos tecnológicos. Las TICs (Tecnologías de la información y la comunicación) han tratado de conectar a cada persona dentro de una gran red de información, permitiendo así conocer muchas cosas que pudieran ser desconocidas a través de alguna de las múltiples herramientas a disposición como lo son ordenadores, televisión, dispositivos móviles, entre otros. El acceso a este tipo de recursos es día a día más incentivado y las herramientas tecnológicas se han distribuido de tal forma que actualmente es difícil ver que alguna persona no posea alguna. A través de esta megaestructura informática el conocimiento fluye constantemente y las formas de aprender y enseñar se renuevan, de esta manera, los métodos educativos encuentran una herramienta poderosa, que amplía los horizontes en cuanto a maneras de enseñar se refiere, poniendo a los docentes en una posición en la que deben adaptarse para sacarle provecho a las nuevas tecnologías.

Vásquez Mariño (2013) revisa la labor docente dentro de las nuevas formas de enseñanza, dice que “la educación se encuentra actualmente en un proceso de cambio continuo que está transformando la manera en que los estudiantes aprenden y como nosotros, en nuestra función de docentes, tenemos que adaptarnos a otras formas de enseñar.” Cabe recalcar que las nuevas tecnologías dentro de la educación pueden usarse en distintos niveles, lo importante es hacer un uso adecuado de estas ya que en cierto nivel cada estudiante tiene que ser asesorado para optimizar el aprendizaje por este tipo de medios; Zamora (2015) señala que “las nuevas tecnologías en herramientas digitales pueden emplearse en el sistema educativo de tres maneras distintas: como objeto de aprendizaje, como medio para aprender y como apoyo al aprendizaje”, demostrando así que esta herramienta, aunque poderosa, por si sola puede llegar a ser una manera vacía de enseñar, pero como afirma Barbosa Norbis “al igual que otros productos de la tecnología educativa actual, no se puede afirmar que el *software* educativo sea por sí mismo bueno o malo. Todo depende del uso educativo que el profesor disponga, de la manera en que sea utilizado en cada situación educativa concreta.” Hay que saber aplicar este tipo de herramienta, el proponerla arbitrariamente sin ningún tipo de entendimiento de esta o contextualizarla es contraproducente a la hora de enseñar, entonces es necesario articularla con los elementos necesarios para un aprendizaje optimo del estudiante, así lo señala Quero (2006), quien dice que estos métodos educativos, “no dependen solo de: contenidos, infraestructuras, formación en el uso de programas, aplicaciones y/o herramientas informáticas... , depende de una integración curricular, de una previsión en la programación, en suma, de un desarrollo metodológico contando con éstas en el aula. Lo que hace necesario que estas sean: facilidad de aprendizaje y flexibilidad de adaptación a las necesidades del profesor en el aula.”

¿Qué ventajas trae consigo estas herramientas digitales?. Es bien conocida la maleabilidad de las herramientas tecnológicas, demostrado en como éstas pueden ser manipuladas a gusto para ponerse al

servicio de los intereses concretos de aquella persona que los use, esta es una de sus grandes ventajas que puesta al servicio de la educación “estas nuevas tecnologías hacen posible la simulación de secuencias y fenómenos físicos, químicos o sociales o fenómenos en 3D, entre otros, de manera que los estudiantes pueden experimentar con ellos y así comprender los mejor” (Ferro Soto, Martínez Serna, & Otero Neira, 2009.). El poder realizar este tipo de acciones dentro del entorno digital permite además, según declara Quero (2006), “facilidad de aprendizaje, pedagogía creativa, nuevos modos de participación de la familia, motivación de los alumnos-atención a la diversidad”, igualmente añade que “estas experiencias tecnológicas hacen de ellos alumnos más explorativos, flexibles, proclives a comunicarse, a colaborar y a hacer equipos, y sobre todo a resolver creativamente problemas.” Las herramientas tecnológicas hoy en día son atractivas a los ojos de los estudiantes, la incursión de estas dentro del aula motivaría a los alumnos a aprender debido a que “facilitará la tarea educativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje, haciendo que éstos sean más amenos y dinámicos, propiciando así un desarrollo más individual y autónomo de los alumnos, al mismo tiempo que más creativo y motivador, y contribuyendo por tanto al desarrollo de la competencia de aprender a aprender” (Moya López, 2013), en resumen “la metodología del aula se convierte en dinámica, flexible, participativa y motivadora para el alumnado” (Moya López, 2013) puesto que las nuevas tecnologías “han permitido la creación de nuevos entornos comunicativos y expresivos que abren la posibilidad de desarrollar nuevas experiencias formativas, expresivas y educativas, posibilitando la realización de diferentes actividades no imaginables hasta hace poco tiempo” (Ferro Soto et al, 2009.).

Una forma de aplicar estas nuevas tecnologías a la educación, ha sido la creación de videojuegos educativos, los cuales con su capacidad didáctica, de simulación y de explicación, ha innovado dentro de los entornos escolares. Además de ser de una gran utilidad didáctica, los videojuegos son en alto grado atractivos para el público joven. Según indican Klopfer & Yoon (2005) “una amplia variedad de estudios señalan la relevancia de los juegos educativos para alcanzar diversos objetivos de aprendizaje bien sea de tipo verbal, matemático, lógico, visual, motor-sensorial o de resolución de problemas”, de igual forma James, Beaton, Csete, & Vogel (2003) apuntan que “diversos estudios muestran que los juegos digitales pueden aumentar diálogos significativos entre los estudiantes y que tienen efectos positivos en las habilidades sociales”.

El potencial de las herramientas digitales y más concretamente de los juegos educativos es enorme, cada día se innova y aparecen más opciones para los educadores en su labor de enseñar y hacen que el ejercicio de aprender de los estudiantes sea más fácil y menos monótona. A futuro las nuevas tecnologías prometen demasiado, la incursión de una reciente “realidad virtual” abre un sinfín de posibilidades, donde la simulación de los fenómenos complejos del mundo real se ha visto reducida a espacios más ajustados, pero en donde igualmente se puede detallar a cabalidad su funcionamiento. Aunque estas tecnologías aun cuentan con algunos limitantes en cuanto a recrear perfectamente la realidad, son sin duda la mejor manera de poder entender el mundo sin salir del aula de clase. Para finalizar, las nuevas tecnologías pretenden ser un gran apoyo en la labor enseñanza-aprendizaje, que como argumenta Ferro Soto y compañía, “motiva a los alumnos y capta su atención, convirtiéndose en uno de los motores del aprendizaje ya que incita a la actividad y al pensamiento” y que por otro lado estas tecnologías producen retos a los estudiantes y permiten la autoevaluación de sus conocimientos.

EL APRENDIZAJE COOPERATIVO

Hay diferentes formas de incentivar el aprendizaje en un grupo de estudiantes, dentro de estas se destaca el aprendizaje cooperativo, metodología en la que se ha fundamentado este trabajo. Consideramos en primer lugar, las palabras de Gómez Gutiérrez (2007), quien dice que “la cooperación es la contrapartida de los planteamientos competitivos. Quien opta por una pedagogía de la cooperación

está apostando abiertamente por una sociedad en la que prevalecen valores como la comunicación, la ayuda, la colaboración, el respeto, la diversidad, la inclusión, la participación y la responsabilidad”. De la anterior consideración es importante resaltar el cómo la cooperación es un elemento importante no solamente para el ámbito académico de la escuela, sino que además crea y desarrolla capacidades y valores en los estudiantes.

Para conocer más a fondo el aprendizaje cooperativo, se comienza definiendo a este como “un amplio y heterogéneo conjunto de técnicas, estrategias y recursos metodológicos estructurados, en los que los alumnos y los docentes trabajan juntos, en equipo, con la finalidad de ayudarse a través de las mediaciones de iguales, docentes, materiales, recursos y otras personas, para así construir el conocimiento de manera conjunta” (Gómez Gutiérrez, 2007). Esta definición muestra la esencia de la palabra “cooperación”, en la que todos los actores y elementos se apoyan mutuamente, consiguiendo objetivos de aprendizaje. Guerra Azócar (2009), por su parte, menciona el objetivo de esta metodología, ya que “en este tipo de aprendizaje se busca compartir la autoridad, a aceptar la responsabilidad y el punto de vista del otro, a construir consenso con los demás dentro del grupo”, y para conseguir esto, ella dice que “es indispensable compartir experiencias y conocimientos y tener una clara meta grupal donde la retroalimentación juega un papel fundamental”. Igualmente, Guerra Azócar resalta que “este tipo de aprendizaje requiere de un cambio en la estructura de la clase” intentando establecer una homogeneidad en los grupos de cooperación, para ella esto implica que “es necesario que el profesor predetermine grupos de trabajo donde unirá estudiantes con dificultades, aquellos estudiantes promedio y aquellos aventajados y le asignará un rol a cada integrante”.

Al emplear una metodología cooperativa dentro de los estudiantes, el rol docente pasa a un segundo plano, convirtiendo a los estudiantes en los protagonistas de la generación de conocimiento. Como se menciona en la publicación del Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid (2008), “el aprendizaje cooperativo se cimienta en la teoría constructivista desde la que se otorga un papel fundamental a los alumnos, como actores principales de su proceso de aprendizaje”. Este cambio en la dinámica de la enseñanza establece otras actitudes dentro del aula, como dice Guerra Azócar (2009), “este ambiente representa un cambio en la estructura de la clase, los alumnos ya no se sientan mirando al profesor, se sientan en grupos de cuatro o cinco. Esto demuestra que los alumnos en equipos son los que construirán el conocimiento, y el profesor deambula entre los grupos, no obstante, ya no es el foco de atención”.

Dentro del cómo funciona esta metodología, nos encontramos con que la formación de grupos de trabajo es indispensable para desarrollar las capacidades y los conocimientos de los estudiantes, “el grupo de alumnos tiene que trabajar conjuntamente porque se lograrán los objetivos si, y solo si, cada miembro del equipo consigue los suyos. El equipo necesita el conocimiento y el trabajo de todos los miembros. La recompensa recibida por el alumno, en el aprendizaje cooperativo, es equivalente a los resultados obtenidos por el grupo” (Universidad Politécnica de Madrid, Servicio de Innovación Educativa, 2008). Gómez Gutiérrez (2009), encierra en 5 elementos los fundamentos del aprendizaje cooperativo de la siguiente manera:

- La interdependencia positiva, el cual es el elemento principal para la cooperación, en el que los alumnos han de percibir la vinculación con los demás miembros del grupo, viendo que su éxito depende del éxito de los demás.
- La responsabilidad individual y grupal, la cual es importante ya que cada miembro tiene que hacerse responsable de su parte de trabajo, así como el grupo en su conjunto se ha de responsabilizar del cumplimiento de los objetivos.
- La interacción estimuladora, preferentemente cara a cara, se trata de que los alumnos puedan realizar juntos una labor en la que cada uno colabora al éxito de los demás, compartiendo los

recursos existentes, animándose, ayudándose, alegrándose mutuamente por el esfuerzo de aprender y avanzar juntos.

- Las habilidades interpersonales y grupales, ya que en el aprendizaje cooperativo los alumnos no sólo han de aprender contenidos académicos, sino también las habilidades sociales y personales necesarias para colaborar con sus compañeros y profesores.
- La evaluación grupal, es importante debido a que se debe fomentar la participación activa de los alumnos en la evaluación de los procesos de trabajo cooperativo, tanto en lo que tiene que ver con la valoración de los aprendizajes y las circunstancias de logro o dificultad de cada uno de sus miembros, así como en la participación e interacción de cada alumno con el resto. Es importante que los propios alumnos lleguen a determinar las acciones positivas y negativas, y tomar decisiones necesarias para reforzar o corregir.

Las técnicas de aplicación de esta metodología son diversas, y estas varían de acuerdo de las necesidades del docente o de los estudiantes. El Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid (2008), señala 4 técnicas de aprendizaje cooperativo, no siendo estos los únicos sino algunos de los más importantes. A continuación, se presentan estas 4 técnicas, de las cuales para este trabajo se tomará en referencia la Co-op Co-op de Kagan (1985).

A. JIGSAW, PUZZLE O ROMPECABEZAS (ARONSON Y OTROS, -1975-, Y SLAVIN - 1980-)

La técnica del Rompecabezas o Puzle es quizá la más conocida y la más utilizada en el ámbito académico. Los objetivos son (García, Traver y Candela, 2001:59)²:

- Estructurar las interacciones entre los alumnos, mediante equipos de trabajo.
- Lograr que los alumnos dependan unos de otros para lograr sus objetivos.

La secuencia de pasos que conforma esta técnica son los siguientes:

- a. El docente ha de tener preparada la división del tema a tratar en cinco o seis documentos, los cuales se repartirán a los alumnos siguiendo un orden. Cada uno de ellos será necesario para aprender la totalidad del tema y, por tanto, todos ellos forman la unidad temática completa.
- b. Se divide a los alumnos en grupos de cinco o seis (según el número de documentos elaborados) y dentro de cada grupo cada miembro recibirá un número de 1 a 5 (o 6).

A los estudiantes con el número 1 se les reparte el mismo documento (que será diferente al del resto de compañeros y que puede corresponderse a la primera parte del tema de estudio). A los alumnos con el número 2 se les reparte el mismo documento (que puede ser la segunda parte del tema) y así sucesivamente con el resto de alumnos.

La primera fase será, por tanto, que los alumnos individualmente preparen su documento, que lo lean, que lo entiendan, que lo aprendan (no memorizando) y que recopilen las dudas que les surjan.

- c. Una vez que ya ha finalizado el tiempo estimado para la preparación individual del documento, comienza la segunda fase que se denomina “Reunión de Expertos”. En este momento todos los alumnos con el número 1 se reúnen para debatir y comentar su documento (que es el mismo). Los alumnos con el número 2 también se reúnen, y así sucesivamente con el resto de los números.

² GARCÍA, R., TRAVER, J., Y CANDELA, I. (2001). Aprendizaje cooperativo. Fundamentos, características y técnicas. Madrid: CCS.

La finalidad de esta fase es doble: por un lado, que cada alumno se haga experto del documento a través del debate, de los comentarios y de las explicaciones que se hagan en dichos grupos y por otro, que juntos diseñen un plan común para comunicar ese documento al resto de compañeros.

- d. Finalizada las reuniones de expertos, llega la tercera fase, que supone el regreso al grupo original y, cada alumno explicará al resto de sus compañeros el documento que ha estado preparando. Se recomienda que la exposición de los mismos sea en el orden adecuado para, al finalizar, disponer de un conocimiento ordenado y completo de la temática de estudio.
- e. La última fase, la fase cuarta, consiste en evaluar el aprendizaje logrado y la eficacia de la técnica individualmente. Para ello, el docente prepara un *test* sobre todo el material que han trabajado con el fin de demostrar el dominio del material que han adquirido.

B. STUDENT TEAMS ACHIEVEMENT DIVISION - Divisiones de Rendimiento por Equipos - (STAD) (SLAVIN -1978-)

En esta técnica los alumnos deben preparar la temática de estudio a partir de la documentación que les facilita el profesor para posteriormente, enfrentarse a una prueba de forma individual, cuya puntuación influirá en la puntuación final del equipo.

El objetivo principal de esta técnica es:

- Lograr que los alumnos se ayuden entre sí para dominar la temática de estudio.

Urzúa (2008)³ presenta esta técnica en unos sencillos pasos:

- a. Se constituyen equipos, cada uno entre 4 y 5 estudiantes.
- b. Los equipos son heterogéneos, en cuanto a rendimiento, sexo, etnia, origen, etc.
- c. El profesor presenta la lección y luego los alumnos trabajan en equipo para asegurarse que todos han aprendido la lección.
- d. Al final, de forma individual, cada alumno resuelve una prueba (por ejemplo, un *test*), sin ayuda del grupo.
- e. La puntuación que obtiene cada estudiante, se compara con las obtenidas anteriormente; se suman las puntuaciones para obtener la puntuación del grupo y aquellos grupos que cumplen con determinados criterios (establecidos por el docente) pueden obtener la “recompensa” establecida (por ejemplo, si el resultado es mejor que en la prueba anterior, anular dicho resultado y conservar la mejor nota del alumno).

C. GROUP INVESTIGATION - Grupo de Investigación- (SHARAN Y SHARAN - 1976-)

La principal diferencia de esta técnica con respecto a las anteriores es que, en esta ocasión, se permite que los alumnos creen los grupos de trabajo (entre 3 y 6 miembros) guiándose por los intereses hacia los temas presentados.

Los objetivos principales son (García, Traver y Candela, 2001: 69)²:

- Discutir, valorar e interpretar los contenidos informativos que reciben en el aula.
- Participar más activamente en la selección de los métodos o procedimientos para el aprendizaje.

Se puede dividir esta técnica en los siguientes pasos:

- a. Presentación de los temas a investigar por el docente. Cada alumno puede tomarse un tiempo para seleccionar la temática que más le interesaría estudiar. Para ello puede formular preguntas que le interesaría responder sobre cada tema.

³ URZÚA, C. (2008). El aprendizaje cooperativo: una competencia a desarrollar en profesores y estudiantes. [Disponible en: <http://carlosurzua.usach.cl/moodle/mod/resource/view.php?id=348>]

- b. Elaboración de los grupos en función de los intereses de cada alumno.
- c. El docente puede presentar algún tipo de bibliografía básica u otro tipo de recursos para que los alumnos puedan realizar la investigación.
- d. Realización por equipos de la investigación. En esta fase los alumnos han de:
 - i. Dividir tareas.
 - ii. Localizar la información.
 - iii. Organizar los datos que se van encontrando.
 - iv. Informar a los compañeros de equipo sobre los descubrimientos que se van haciendo.
 - v. Discutir y analizar los hallazgos.
 - vi. Determinar si es necesaria más información.
 - vii. Interpretar e integrar sus descubrimientos.
- e. Elaboración del informe final que recoja y explique la investigación realizada, así como los hallazgos y, que al final del mismo presente una autoevaluación del trabajo en equipo (relaciones establecidas, dificultades, etc.).
- f. Presentación oral al resto de compañeros de cada investigación realizada y, el que finalmente evalúa es el docente.

D. CO-OP CO-OP (KAGAN -1985-)

Técnica parecida a Group Investigation en lo que respecta a investigación por equipos sobre determinados temas.

- El objetivo principal es que los alumnos se ayuden unos a otros a aprender.

La secuencia de esta técnica es:

- a. Discusión de los participantes, para conocer sus intereses. El docente guía este debate.
- b. Formación de grupos de trabajo heterogéneos.
- c. Selección del tema para cada equipo.
- d. Selección de subtemas que componen el tema. Cada persona se hace responsable y experta de un subtema.
- e. Presentación del subtema al grupo.
- f. Presentación del tema a toda clase.
- g. Evaluación de las presentaciones individuales y grupales y evaluación del trabajo individual de cada persona sobre un subtema (evaluación del profesor más co-evaluación)

El aprendizaje cooperativo confía en la capacidad de los estudiantes de trabajar en grupo y lograr metas unidos, consiguiendo de esta manera dinamizar las actividades de aula, establecer lazos de colaboración y generar conocimiento de forma tal de que la monotonía de la pizarra no sea el único medio y herramienta de enseñanza de los educadores.

EFECTO DOPPLER

Como parte de la contextualización del tema que será presentado a los estudiantes, a continuación, se revisa el fenómeno del efecto Doppler, como tema de interés en el trabajo.

En la vida diaria es usual experimentar como una ambulancia pasa cerca de una persona con la sirena encendida, y esta persona percibe notorios cambios en el sonido mientras se acerca y mientras se aleja la ambulancia, la frecuencia del sonido es diferente debido al movimiento relativo de la fuente

(ambulancia), ya que, puede variar la frecuencia del sonido según la posición del observador (persona), a esto se le llama Efecto Doppler. El Efecto Doppler es el fenómeno que nos indica el cambio de frecuencia de las ondas debido al movimiento relativo entre la fuente y el observador.

Existen 4 casos que genera el Efecto Doppler

Caso I



Imagen 1: Ejemplo de observador y fuente en reposo.
Fuente: Elaboración propia

Si el observador y la fuente se encuentran en reposo no habría distorsión de la frecuencia, en otras palabras, la frecuencia del observador será igual a la frecuencia del sonido. El número de perturbación o mismo número de oscilaciones que genera la fuente es la misma percibida por el observador

Caso II

Si el observador se encuentra en movimiento a una velocidad v_o y la fuente en reposo, la frecuencia percibida por el observador hacia la fuente sería diferente, al caso I ya que las relaciones de las frecuencias dependen de la velocidad del observador y la velocidad del sonido.

La relación de las velocidades puede ser tanto positiva como negativa dependiendo de la dirección del observador de la siguiente manera:

- Si el observador se acerca a la fuente la velocidad del observador positiva
- Si el observador se aleja de la fuente la velocidad del observador es negativa

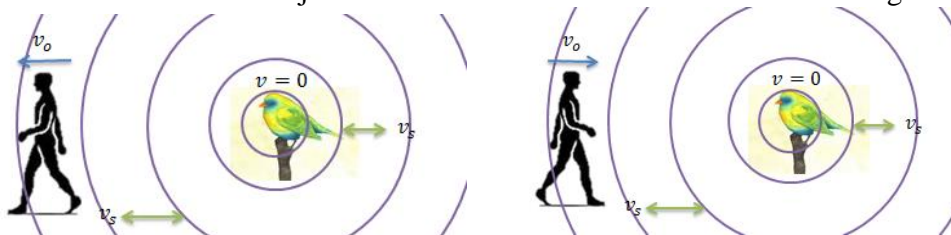


Imagen 2: Izquierda: Imagen observador alejándose de la fuente de sonido en reposo. Derecha: Imagen observador acercándose a la fuente de sonido en reposo.
Fuente: Elaboración propia

Caso III

Si el observador que se encuentra en reposo y una la fuente en movimiento con una velocidad v_f , la frecuencia percibida por el observador hacia la fuente sería diferente, al caso II ya que las relaciones de las frecuencias dependen de la velocidad de la fuente y la velocidad del sonido

La relación de las velocidades puede ser tanto positiva como negativa dependiendo de la dirección de la fuente de la siguiente manera:

- Si la fuente se acerca al observador la velocidad de la fuente es negativa

- Si la fuente se aleja del observador la velocidad de la fuente es positiva.

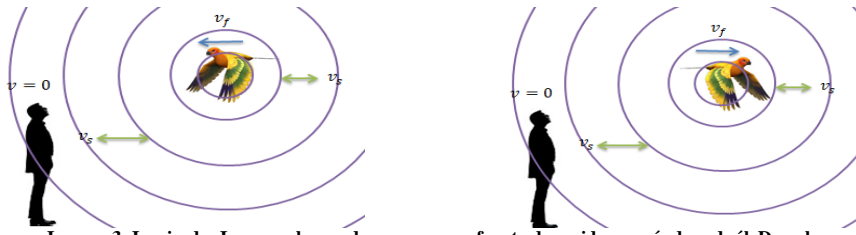


Imagen 3: Izquierda: Imagen observador en reposo y fuente de sonido acercándose de él. Derecha: Imagen Observador en reposo y fuente de sonido alejándose de él.
Fuente: Elaboración propia

Caso IV

Si el observador que se encuentra en movimiento con una velocidad v_o y una la fuente en movimiento con una velocidad v_f , la frecuencia percibida por el observador hacia la fuente sería diferente, a los casos anteriores ya que las relaciones de las frecuencias dependen de la velocidad de la fuente, la velocidad del sonido y la velocidad del observador.

La relación de las velocidades puede ser tanto positiva como negativa dependiendo de la dirección de la fuente y del observador de la siguiente manera:

- Si la fuente se acerca al observador y el observador se acerca a la fuente, la velocidad del observador es positiva y la velocidad de la fuente es negativa.
- Si la fuente se acerca al observador y el observador se aleja de la fuente, la velocidad del observador es negativa y la velocidad de la fuente es negativa.
- Si la fuente se aleja del observador y el observador se aleja de la fuente, la velocidad del observador es negativa y la velocidad de la fuente es positiva.
- Si la fuente se aleja del observador y el observador se acerca a la fuente, la velocidad del observador es positiva y la velocidad de la fuente es positiva.

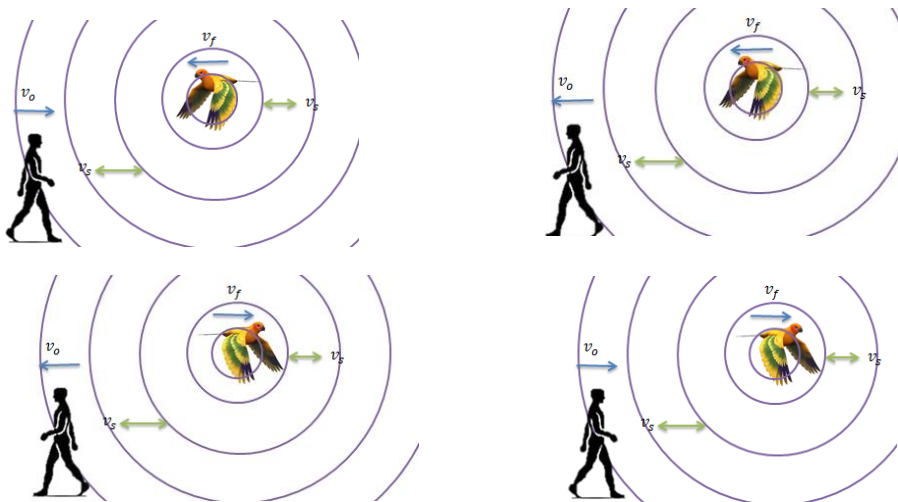


Imagen 4: Arriba izquierda: Fuente de sonido y observador en movimiento acercándose uno al otro. Arriba derecha: Fuente de sonido y observador moviéndose en una misma dirección (observador delante de la fuente). Abajo izquierda: Fuente de sonido y observador en movimiento alejándose uno del otro. Abajo derecha: Fuente de sonido y observador moviéndose en una misma dirección (fuente delante del observador).
Fuente: Elaboración propia

DISEÑO Y PLANEACIÓN

POBLACIÓN

El Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, es una institución de carácter privado, que brinda el servicio de la educación a todos los niños y niñas de la comuna 1 de Soacha Cundinamarca y Sibaté, proporcionando ambientes de aprendizaje en los niveles de educación preescolar, básica y media, tiene como enfoque pedagógico el aprendizaje significativo en cual se tendrá en cuenta en este trabajo. La distribución es generalmente de tres salones por grado y de 47 estudiantes por salón aproximadamente. La institución cuenta con una biblioteca, dos salas de informática (una para primaria y otra para secundaria), un laboratorio de ciencias naturales, una sala de video, un salón múltiple y dos espacios de recreación y descanso.

El grado que fue seleccionado para realizar estas actividades fue el grado octavo, esto teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional en su documento “Estándares Básicos de Ciencias Naturales y Sociales” (2004), los cuales señala que para este nivel es oportuno enseñar el tema de ondas.

El grado octavo de esta institución cuenta con 111 estudiantes distribuidos en 3 salones de la siguiente manera:

Curso	Número total de estudiantes	Número de hombres	Número de mujeres	Edades	Estrato Socio-económico
801	37	20	17	13-15	1-3
802	33	23	10	13-14	1-3
803	41	21	20	13-14	1-3
Total	111	64	47	13-15	1-3

Tabla 1: Distribución de población objetivo.

ESTÁNDARES DE EDUCACIÓN

Los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales son una guía de referencia para que todas las instituciones educativas (urbanas, rurales, privadas, públicas) de todo el país, ofrezcan la misma calidad de educación. Que las futuras generaciones que se están formando no solo se llenen de conocimiento, sino que aprendan lo que es pertinente para su vida y puedan aplicarlo más a delante y ayudar a la sociedad (Ministerio de Educación Nacional, 2004).

En las competencias en Ciencias Naturales, los estándares que se formulan tienen la finalidad que el estudiante desarrolle habilidades científicas, y una serie de actitudes como: la curiosidad, la crítica, la reflexión, disposición de trabajo en equipo etc. que acercan los estudiantes al estudio de las ciencias como científicos e investigadores, que se aproximan al conocimiento partiendo de preguntas, de la curiosidad ante lo que observan etc. Hasta llegar a la conceptualización, abstracción y la utilización de modelos explicativos y predictivos de los fenómenos observables y no observable del universo. (Ministerio de Educación Nacional, 2004).

Teniendo en cuenta lo anterior, los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales del ciclo 4, que se van a trabajar son:

- 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.
- Explico las aplicaciones de las ondas estacionarias en el desarrollo de instrumentos musicales.

ETAPA DE DISEÑO

Para la preparación de las clases, se tomó en cuenta la estrategia de aprendizaje cooperativo, basándose en la técnica propuesta por Kagan (1985) “CO-OP CO-OP” que tiene como objetivo principal que los alumnos se ayuden unos a otros a aprender.

Basados en esta metodología, se prepararon experimentos y actividades para separar a los estudiantes de cada salón en varios grupos que desarrollarían un tema en específico. Cada experimento y actividad estaba diseñada para que cada uno de los estudiantes de cada grupo desempeñara un rol dentro de la actividad, lo que implicaría que su esfuerzo no solo lo beneficiaría a él, sino que a su grupo en general.

Por otra parte, al finalizar, con las instrucciones del docente, se desarrollaría una socialización, en que la retroalimentación del trabajo realizado y la discusión de los resultados entre los diferentes grupos, enriquecería y reforzaría los conocimientos sobre los temas trabajados en los experimentos y las actividades. El rol activo de los estudiantes en esta actividad final, sería importante para el aprendizaje de los demás grupos.

Con este tipo de metodología se pretendía, además de generar discusiones académicas, reforzar los lazos de cooperación y trabajo en equipo para realizar diferentes actividades e igualmente dinamizar aún más el desarrollo de los temas que se tratan en las clases.

DISEÑO DEL SOFTWARE EDUCATIVO

El *software* educativo fue diseñado en **Unity 3D Game Engine**⁴, una herramienta que ayuda a desarrollar videojuegos con un acabado realista en lenguaje *c#*. Teniendo en cuenta lo ya mencionado anteriormente, Vásquez Mariño (2013) dice que “la educación se encuentra actualmente en un proceso de cambio continuo que está transformando la manera en que los estudiantes aprenden y como nosotros, en nuestra función de docentes, tenemos que adaptarnos a otras formas de enseñar”, se diseñó este *software* con el fin de buscar una alternativa a los procesos tradicionales de enseñanza, además del experimento, ya que gracias a este tipo de herramientas la observación y comprensión de fenómenos se hace más interactiva, especialmente en aquellos que son difíciles de recrear en la vida real.

Este *software* contiene 4 simulaciones:

1. *Efecto Doppler*: En esta simulación, se pueden observar dos aviones que producen un sonido y que a su vez dejan una estela de círculos que representan la propagación de las ondas sonoras, permitiendo de esta manera observar su comportamiento mientras el avión emisor se mueve a través de la pantalla.
2. *Reflexión*: En esta simulación, se observa como un rayo de luz proyectado por una fuente luminosa móvil, choca y rebota contra una superficie que simula ser un espejo, devolviendo el rayo de luz con el mismo ángulo con el que rebotó.
3. *Refracción*: En esta simulación, se observa como un rayo de luz proyectado por una fuente luminosa móvil traspasa un objeto transparente, con lo que se permite observar el cambio de ángulo de una onda al cambiar su medio de propagación.
4. *Difracción*: En esta simulación, se observa una cubeta de ondas donde se encuentran dos obstáculos, los cuales cambian su apertura entre ellos y permite evidenciar el paso de una onda a través de su apertura.

⁴ Disponible en el enlace: <https://unity3d.com/es>

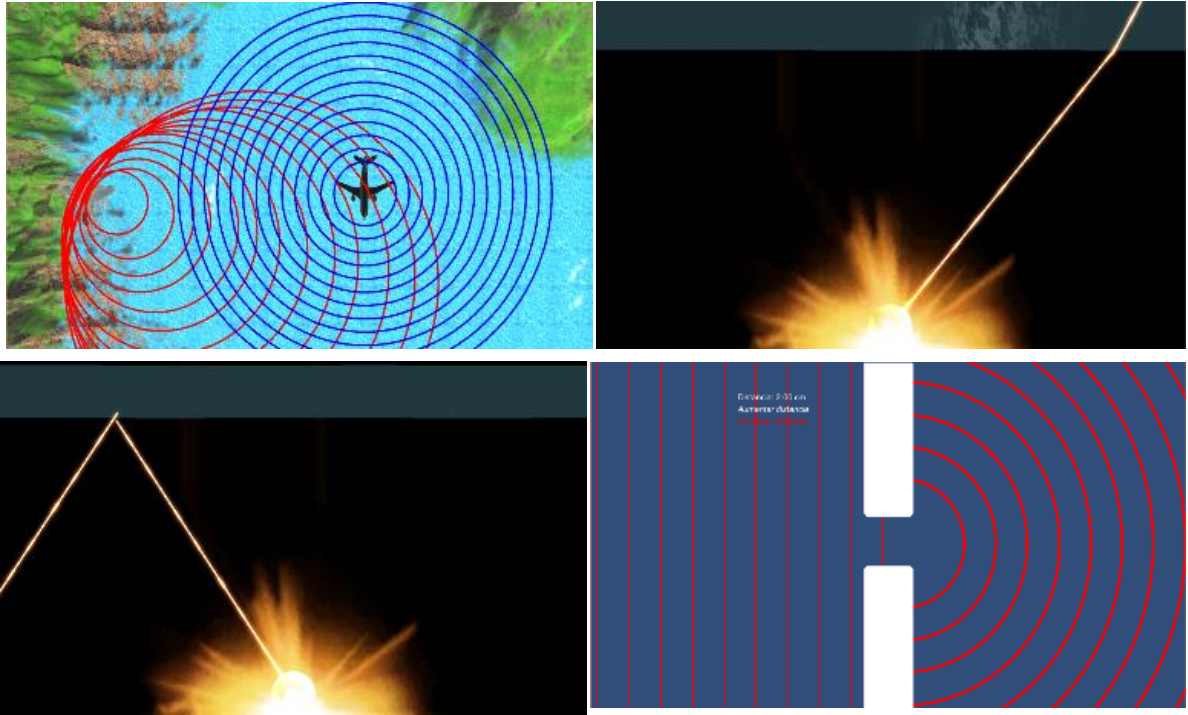



Imagen 5: Muestra del *software* dentro de cada simulación. Superior izquierda efecto Doppler, superior derecha refracción, inferior izquierda reflexión e inferior derecha difracción.
Elaboración propia.


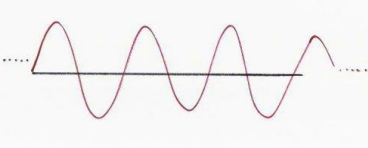
DISEÑO DE ESTRATEGIA DE AULA


A continuación, se describe las diferentes sesiones y actividades que se plantearon junto a sus objetivos formativos.

<p align="center">Diagnostico Sesión 1</p>						
<p>Teniendo en cuenta la técnica de CO-OP CO-OP, se iniciará la clase comentando el desarrollo del trabajo, y preguntando a los estudiantes: ¿que han escuchado sobre la temática de ondas?, ¿en qué lugares las han visto?; tratando de conocer los intereses de los estudiantes y creando un debate de conocimientos. Continuar con la implementación del <i>test</i> y dejándoles una tarea de leer la guía #1 (Anexo 1)</p>						
Actividad	Objetivo	Descripción	Recursos y tiempo	Imagen	Resultados esperados	Tiempo
<i>Test</i>	Determinar el nivel de conocimiento que tienen los estudiantes sobre ondas	Se realizará un <i>test</i> para conocer cuáles son los pre-conceptos que tienen los estudiantes relacionados con ondas, sonido y efecto Doppler	Salón de clase y el documento <i>Test</i> (Anexo 4)	 <p>Imagen 6: Representación de un <i>test</i>. Tomado de: https://iesteror.files.wordpress.com/2015/06/el-peor-examen-de-mi-vida-87266341d81d2e0b8e696a5b434bfb9f.jpg</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Un diagnóstico sobre lo que conocen y lo que no sobre las ondas. • Se espera una buena disposición, que se vean curiosos por el conocimiento y participación en el debate. 	El tiempo estimado la presentación del trabajo es de 30 min y la solución del <i>test</i> es de 30 min
Tiempo Total:						60 min

Unidad 1 - Naturaleza de las ondas
Sesión 2

Se realizará el desplazamiento de los estudiantes al parque cercano a la institución para el desarrollo de la actividad. Se organizarán en grupos como fueron establecidos anteriormente. El tema general de cada grupo es el de “naturaleza de ondas” y a cada grupo se les entregará el material pertinente de este. Cada grupo deberá repartirse entre ellos una actividad de esta unidad, de la cual se harán responsables. Cada actividad cuenta con una guía para que los estudiantes respondan algunas preguntas relacionadas a la experiencia que han tenido (Anexo 5, 6 y 7). Antes de finalizar la sesión los estudiantes que tenían cada actividad de la unidad vuelven a su grupo inicial presentando en él, de qué trataba su actividad y al finalizar realizan un mapa mental grupal. Los grupos tendrán que socializar ante toda la clase lo que aprendieron de esta sesión, todos deben participar. Al final de la sesión se les entregará una guía la cual deben leer para la siguiente clase guía #2 (Anexo 2). Esta unidad se desarrollará de la siguiente manera:

Actividad	Objetivo	Descripción	Recursos y tiempos	Imagen	Resultados esperados	Tiempo
Formación de ondas	Identificar la diferencia de ondas mecánicas y ondas electromagnéticas, además de sus clases (Unidimensional, bidimensional y tridimensional).	Esta actividad consiste en la observación de un video introductorio sobre el fenómeno ondulatorio, en el cual se explican los elementos y características de estas. Esta actividad permite una mejor comprensión de los talleres posteriores.	Se requiere para la realización de este, un computador que contenga el video explicativo (https://youtu.be/0YvY3iDoNVs), Taller #1 (Anexo 5)	 <p>Imagen 7: Representación de estudiantes observando un video. Tomado de: http://3.bp.blogspot.com/-aVdMjEJGZz0/T93t_DmJDaI/</p>	Que los estudiantes diferencien con claridad las características de las ondas mecánicas y electromagnéticas y conozcan sus clases (Unidimensional, bidimensional y tridimensional). Que presenten atención y les guste el video propuesto.	La duración del video es de 5 min, la solución de las preguntas de la guía es aproximadamente de 10 min.
Tiempo Total						15 min
Ondas periódicas	Establecer relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda, como se exige en los estándares del	En esta actividad se pretende que los estudiantes realicen una onda sobre el papel, teniendo la posibilidad de describir cada una de sus partes sobre el dibujo,	Para la realización de esta experiencia se requiere de la unión de 5 hojas de papel tamaño carta, un marcador o esfero, cinta y un cronometro. Taller #2 (Anexo 6)	 <p>Imagen 8: Representación de una onda periódica. Tomado de: http://eltamiz.com/images/2008/onda1.jpg</p>	Que los estudiantes identifiquen las partes de la onda mientras la dibujan y además establezcan relación entre ellas. Que se “diviertan” dibujando ondas a diferentes velocidades, que sean activos y curiosos al	El tiempo estimado para la realización de la experiencia es de 8 min y la solución de las preguntas de la guía es de aproximadamente 7 min


	Ministerio de Educación Nacional.	así mismo el dibujarla en diferentes velocidades les permitiría comprender la frecuencia y periodo como concepto.			saber que pasa si realizo la onda de forma mas rapida o mas lente que la anterior.	
Tiempo total						15 min
Ondas transversales y longitudinales	Reconocer las características y diferencias entre ondas transversales y ondas longitudinales.	En actividad se simulan los diferentes tipos de ondas por medio de un slinky (muelle espiral), que gracias a su funcionamiento resulta ideal para demostrar las ondas longitudinales y transversales.	Se requiere para la realización de la experiencia de un Slinky o resorte, para cada grupo. Taller #3 (Anexo 7)	 <p>Imagen 9: Uso de Slinky. Tomado de: http://www.thegreenhead.com/imgs/collectors-edition-slinky-3.jpg</p>	Que los estudiantes se den cuenta como por medio un slinky se puede observar una onda transversal y longitudinal. Que hagan sus comparaciones de estas onda. Se espera que los estudiantes juegen con el slinky que preguntes cual es la diferencia este ambos movimientos, el porque se hace en un slinky y no con otro objeto.	El tiempo estimado para la realización de la experiencia es de 10 min y la solución de las preguntas de la guía es de aproximadamente 5 min.
Tiempo total						15 min
<p>Al terminar cada actividad se reúnen los estudiantes en su grupo original a contar y discutir sobre su experiencia, lo que aprendieron, que les llamo la atención, como desarrollaron la actividad y finalizando la discusión realizan un mapa mental. Con el mapa mental ya hecho se preparaban para exponer al salón lo aprendido en la sesión, todos los estudiantes debían participar. Los resultados de las actividades se condensan en los anexos 16, 17 y 18.</p>						30 min
Tiempo total de la actividad						60 min

Unidad 2 – Fenómenos ondulatorios

Sesión 3


Para esta sesión se llevará a los estudiantes al laboratorio de ciencias naturales. Se organizarán en grupos como fueron establecidos anteriormente. El tema general de cada grupo es el de “fenómenos ondulatorios” y a cada grupo se les entregará el material pertinente de este. Cada grupo deberá repartirse entre ellos una actividad de esta unidad, de la cual se harán responsables. Cada actividad cuenta con una guía para que los estudiantes respondan algunas preguntas relacionadas a la experiencia que han tenido (Anexo 8, 9 y 10). Antes de finalizar la sesión los estudiantes que tenían cada actividad de la unidad vuelven a su grupo inicial presentando en él, de qué trataba su actividad y al finalizar realizan un mapa mental grupal. Los grupos tendrán que socializar ante toda la clase lo que aprendieron de esta sesión, todos deben participar. Al final de la sesión se les entregará una guía la cual deben leer para la siguiente clase guía #3 (Anexo 3). Esta unidad se desarrollará de la siguiente manera:

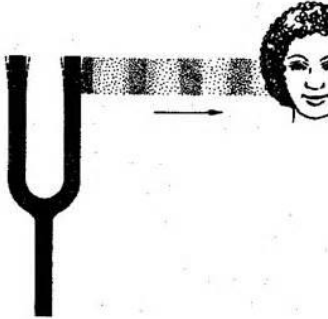
Actividad	Objetivo	Descripción	Recursos y tiempos	Imagen	Resultados esperados	Tiempo
Reflexión de ondas	Identifica los elementos presentes en la reflexión de las ondas y los reconoce en la vida cotidiana.	Con materiales caseros se arma una máquina de ondas, la cual recrea de una forma muy visual una onda. En esta actividad es posible observar el comportamiento de las ondas en diferentes situaciones.	Para la realización de esta experiencia se requiere de la construcción de la máquina de ondas, que se realiza con palitos de madera y un caucho de 2 metros, se debe pegar en el caucho de otro separándolos con una distancia de 10 cm entre palito y palito. Taller #4 (Anexo 8)	 <p>Imagen 10: Uso de máquina de ondas. Fotografía por: Javier Guillermo Posada Rudas</p>	Lo que se pretende con esta actividad es que los estudiantes observen como una onda al llegar al otro extremo se devuelve, generando así el fenómeno de la reflexión. Que no solo se queden con lo que dice en la guía que realicen, si no que interactúen con la máquina de ondas.	El tiempo estimado para la realización de la experiencia es de 7 min y la solución de las preguntas de la guía es de aproximadamente 8 min.
Tiempo total						15 min
Refracción de ondas	Identifica y explica los sucesos presentes cuando una onda cambia de medio, relacionándolo con el concepto de refracción.	En esta actividad es posible observar claramente el fenómeno de refracción, sacando provecho del coeficiente de refracción del agua y el aceite, dando la posibilidad de observar el	Para la realización de esta experiencia se requiere de 2 vasos, uno de agua y otro de aceite al igual que 2 objetos (lápiz, esférico etc.) y un transportador. Taller #5 (Anexo 9)	 <p>Imagen 11: Agua y aceite refractando. Tomado de http://2.bp.blogspot.com/-E1pJpummAkA/T4QCU-</p>	Lo que se pretende con esta actividad es que los estudiantes se den cuenta que los objetos al pasar de un medio a otro (en este caso aire, agua y aceite) pareciera que cambia algunas características como lo es el tamaño o su forma. Se espera que los estudiantes sepan	El tiempo estimado para la realización de la experiencia es de 10 min y la solución de las preguntas de la guía es de aproximadamente 5 min.

		fenómeno en 2 medios diferentes.		v4fH/AAAAAABgg/hIBm6jSvtE8/s1600/EXP+10-04-2012+001.jpg	curiosos, que al observar lo que pasa solo con el agua y el aceite se pregunte que pasaria si fueran otros medios, si en algo cambiaria.	
Tiempo total						15 min
Difracción e Interferencia	Reconoce el fenómeno de difracción cuando una onda se encuentra con un obstáculo.	Esta actividad es desarrollada dentro del laboratorio de ciencias ya que es donde se encuentra disponible un generador de ondas. En esta actividad se recrea el fenómeno de difracción de ondas y se les da la oportunidad a los estudiantes de presenciarlo en primera persona, siendo así capaces de comprender el fenómeno.	Se requiere para la realización de la experiencia de una cubeta de ondas y 2 objetos que hacen de obstáculo. Taller #6 (Anexo 10)		Se espera que los estudiantes conozcan una cubeta de ondas, y su funcionamiento. También que observen que al colocar unos objetos en el agua y al generar algunas ondas estas no traspasan el objeto, sino que, lo rodean así dando a conocer el fenómeno de difracción. Que sean buenos observadores que no solo se queden con lo que dice el profesor, que ellos mismo busquen la manera de crear mas ondas y mirar lo que es difracción e interferencia.	El tiempo estimado para la realización de la experiencia es de 8 min y la solución de las preguntas de la guía es de aproximadamente 7 min.
	Identifica el fenómeno de interferencia cuando se superponen dos ondas.			Imagen 12: Uso de cubeta de ondas. Fotografía por: Javier Guillermo Posada Rudas		
Tiempo total						15 min.
Al terminar cada actividad se reúnan los estudiantes en su grupo original a contar y discutir sobre su experiencia, que aprendieron, que les llamo la atención, como desarrollaron la actividad y finalizando la discusión realizan un mapa mental. Con el mapa mental ya hecho se preparaban para exponer al salón lo aprendido en la sesión, todos los estudiantes debían participar. Los resultados de las actividades se condensan en los anexos 19, 20 y 21.						30 min
Tiempo total de la actividad						60 min

Unidad 3 – Sonido
Sesión 4

En esta sesión se llevará a los estudiantes a la sala múltiple que tiene la institución en sus instalaciones. Se organizarán en grupos como fueron establecidos anteriormente. El tema general de cada grupo es el de “sonido” y a cada grupo se les entregará el material pertinente de este. Cada grupo deberá repartirse entre ellos una actividad de esta unidad, de la cual se harán responsables. Cada actividad cuenta con una guía para que los estudiantes respondan algunas preguntas relacionadas a la experiencia que han tenido (Anexo 11, 12, y 13). Antes de finalizar la sesión los estudiantes que tenían cada actividad de la unidad vuelven a su grupo inicial presentando en él, de qué trataba su actividad y al finalizar realizan un mapa mental grupal. Los grupos tendrán que socializar ante toda la clase lo que aprendieron de esta sesión, todos deben participar. Esta unidad se desarrollará de la siguiente manera:

Actividad	Objetivo	Descripción	Recursos y tiempos	Imagen	Resultados esperados	Tiempo
Naturaleza del sonido	Demuestra a través de un experimento como el sonido se relaciona con vibraciones producidas por una perturbación.	Esta actividad permite a los estudiantes observar y comprender el origen de las ondas mecánicas, caso específico, las ondas de sonido.	Se requiere para la realización de la experiencia de un vaso, un globo, un láser, un diapasón, un caucho, una cinta y un espejo pequeño. Taller #7 (Anexo 11)	 <p>Imagen 13: Experimento de observación del sonido. Tomado de: https://tse1.mm.bing.net/th?id=OIP.</p>	Que los estudiantes entiendan que el sonido es una onda mecánica ya que necesita de un medio para ser propagado. se espera que a los estudiantes les guste aprender del fenómeno por la observación de las vibraciones de la voz.	El tiempo estimado para la realización de la experiencia es de 6 min y la solución de las preguntas de la guía es de aproximadamente 9 min.
Tiempo total						15 min
Características del sonido	Diferencia e identifica los conceptos de timbre, tono e intensidad de los sonidos.	En esta actividad se hace uso de una herramienta informática como lo es el osciloscopio, un <i>software</i> que permite a través del micrófono de un ordenador captar sonidos y graficarlos en pantalla. El uso del <i>software</i>	Se requiere para la realización de la experiencia del <i>software</i> educativo denominado “anализador de señales audibles”, un micrófono de contacto, un computador y un instrumento música. Taller #8 (Anexo 12)	 <p>Imagen 14: Tipos de timbre. Tomado de: http://l.bp.blogspot.com/-WiWfcSyCjK0/T4sRu_ouJnI/</p>	Se quiere que los estudiantes observen la diferencia de tono, timbre e intensidad por medio de <i>software</i> . Que los estudiantes tengan curiosidad por las herramientas computacionales, que otros fenómenos pueden mostrar y utilizar estas herramientas	El tiempo estimado para la realización de la experiencia es de 9 min y la solución de las preguntas de la guía es de aproximadamente 6 min.

		demuestra a los estudiantes cómo se comportan las ondas de sonido, además de que permite explicar conceptos como el de tono e intensidad de una manera muy comprensible.			tecnológicas de manera adecuada para el aprendizaje de los estudiantes.	
Tiempo total						15 min
Velocidad del sonido	Reconoce que la transmisión de las ondas sonoras tiene una velocidad dependiendo de su método.	En esta actividad se identifica la velocidad con la que viaja el sonido, revisando el espacio que hay en el tiempo, entre la generación del sonido y su recepción a una distancia determinada.	Se requiere para la realización de la experiencia una cinta métrica 2 objetos (cuadernos) y un cronometro. Taller #9 (Anexo 13)	 <p>Imagen 15: Diapasón siendo escuchado. Tomado de: https://tse3.mm.bing.net/th?id=</p>	Que los estudiantes se den cuenta que el sonido no es instantaneo, sino que demora un poco en llegar a nuestros oídos.	El tiempo estimado para la realización de la experiencia es de 6 min y la solución de las preguntas de la guía es de aproximadamente 9 min.
Tiempo total						15 min
<p>Al terminar cada actividad se reunían los estudiantes en su grupo original a contar y discutir sobre su experiencia, que aprendieron, que les llamo la atención, como desarrollaron la actividad y finalizando la discusión realizan un mapa mental. Con el mapa mental ya hecho se preparaban para exponer al salón lo aprendido en la sesión, todos los estudiantes debían participar. Como actividades de observación no se condensan resultados.</p>						30 min
Tiempo total de la actividad						60 min

Retroalimentación

Sesión 5

Para esta sesión se llevará a los estudiantes a la sala de audiovisuales, en la que se hará una presentación en *PowerPoint* sobre todo lo visto hasta esta sesión. Se les mostrará a los estudiantes las respuestas de las guías que ellos realizaron y se hará una comparación de lo que ellos respondieron y las respuestas correctas. De esta manera se pretende resolver dudas e inquietudes que tengan hasta ese día.

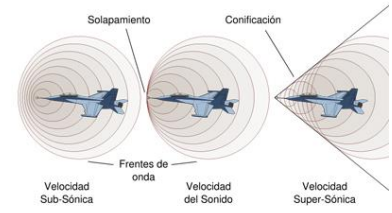
Se realizará una encuesta a los estudiantes en la que calificarán la clase tradicional y la clase con experimentos.

Unidad 4 – Efecto Doppler

Sesión 6

Esta se realizará en la sala de sistemas, debido a la falta de computadores se organizará en grupos de 2 máximo 4 personas por computador para el desarrollo de esta sesión. Se le entregará a cada estudiante una guía con algunas preguntas referentes a la simulación con la que podrán interactuar y observar los fenómenos ondulatorios y el efecto Doppler en el computador. La guía contiene preguntas relacionadas con la interacción y observación de la situación y pretende reforzar los conocimientos adquiridos.

Al finalizar se realizará una encuesta a los estudiantes en la que calificarán la clase tradicional, la clase por experimentos y la clase con un *software* educativo.

Nombre	Objetivo	Descripción	Recursos	Imagen	Resultados esperados	Tiempo
Efecto Doppler	Reconoce los elementos presentes en el fenómeno de efecto Doppler.	Mediante una simulación interactiva generada por un <i>software</i> educativo de creación propia se muestra el comportamiento de las ondas sonoras entre elementos sonoros en movimiento y objetos estáticos.	Se requiere para la realización de la experiencia un computador y el <i>software</i> educativo del efecto Doppler. Taller de simulación (Anexo 14)	 <p>Imagen 16: Desplazamiento de las ondas en un avión supersónico. Tomado de: http://www.onuff.com/blog/wp-content/uploads/2008/01/800px-transonicosvg-copy.jpg</p>	Que la simulación sea algo agradable a la vista de los estudiantes, que se den cuenta que no todo es dictar, que el profesor hable, sino que existen otros métodos de enseñanza diferentes y más “entretenidos”. Que los estudiantes entiendan el concepto del efecto Doppler y la relación que tiene con los temas desarrollados en cada actividad experimental.	El tiempo estimado para la realización de la experiencia es de 8 min y la solución de las preguntas de la guía es de aproximadamente 7 min.
Tiempo total de la actividad						60 min

Al finalizar la clase, desafortunadamente no se pudo hacer una retroalimentación de la actividad por límites de tiempo, pero se les pidió a los estudiantes que evaluaran todo el proceso desarrollado con ellos, que les gusto que no les gusto y que creen que podría mejorar las clases de física.

Tabla 2: Matriz diseño de estrategia de aula

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el desarrollo de este capítulo, se realizaron las actividades previstas en el ítem anterior en el Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II de Soacha, Cundinamarca, en donde se implementaron talleres que incluían, en una primera etapa, un diagnóstico de conocimientos del tema, en una segunda al experimento y en una tercera al *software* educativo, con el fin de analizar los procesos de enseñanza, conociendo qué efectos positivos tienen estos métodos educativos dentro del aula de clase para la enseñanza-aprendizaje del tema de ondas y haciendo énfasis especialmente en el efecto Doppler.

Los estudiantes se organizaron en grupos de entre 6 y 7 personas, dependiendo del salón, con lo que cada salón tuvo 6, 5 y 7 grupos respectivamente, reuniendo entre los 3 salones 18 grupos. Como cada unidad contenía 3 talleres, estos se distribuyeron dentro de los grupos y cada grupo se dividía internamente para desarrollarlos, con lo que dentro de cada grupo 2 o 3 personas se encargaban de un taller. Estos grupos permanecieron igual durante el desarrollo de todo el trabajo. En la siguiente tabla se resume la distribución de los grupos de trabajo:

Salón	Número de estudiantes	Grupos por salón	Conformación de los grupos	Test	Actividades por unidad	Software educativo
801	37	6	5 grupos de 6 estudiantes, 1 grupo de 7	Individual	Dentro de cada grupo de 6 o 7 estudiantes se dividían los 3 talleres de cada unidad, dejando 2 o 3 estudiantes por taller.	15 estudiantes por salón, 3 estudiantes por ordenador. Se disponían de 15 ordenadores para la actividad.
802	33	5	2 grupos de 6 estudiantes, 3 grupos de 7			
803	44	7	5 grupos de 6 estudiantes, 2 grupos de 7			

Tabla 3: Distribución de los grupos para las actividades.

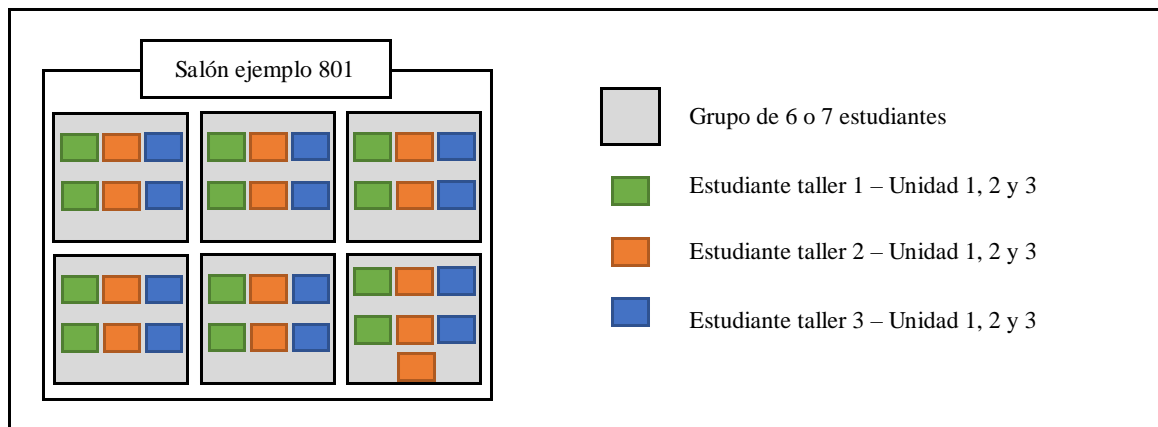


Imagen 17: Esquema de organización según metodología Co-op Co-op. Ejemplo 801.

Los estudiantes se reúnen en grupos (representados por los cuadros grises), en los cuales hay 6 o 7 estudiantes dependiendo del número de estudiantes disponibles. Los estudiantes se representan como los cuadros de colores más pequeños, de los cuales cada color corresponde a un taller diferente. De esta forma los grupos cubren los 3 talleres de cada unidad, siendo estos representados por los colores de cada cuadro de estudiante.

A continuación, se presentan los resultados de cada actividad mostrando los datos obtenidos en forma de tabla. Las categorías usadas en las tablas, dependiendo del contexto de la pregunta son las siguientes:

- Correcto: La respuesta a la pregunta planteada es acertada, usa el lenguaje apropiado y logra explicar el fenómeno.
- Se Acerca: Aunque la respuesta no sea la esperada, tiene idea del tema o no se supo expresar.
- Incorrecto: La respuesta que da el estudiante no tiene que ver con la pregunta.
- No responde: Omitió o dejó en blanco la pregunta.

- Entendible correcto/incorrecto: Esta categoría se usa cuando el estudiante tiene que representar gráficamente el fenómeno propuesto en la actividad. Si el dibujo es legible se puede clasificar en correcto o incorrecto.
- No entendible: Esta categoría se usa cuando el estudiante tiene que representar gráficamente el fenómeno propuesto en la actividad. Se clasifican en esta categoría las respuestas que no tengan sentido o que no tengan una forma definida y sean ilegibles.

FASE 1 - TEST

Se propuso a los estudiantes en la primera sesión, iniciar con un *test* introductorio (Anexo 4), el cual tenía por objetivo generar un diagnóstico sobre sus conocimientos referentes al fenómeno de ondas. El *test* propuesto consta de 12 preguntas, las cuales tratan los conceptos claves dentro de las ondas mecánicas tales como la diferenciación entre su concepto y el concepto de las ondas electromagnéticas, identificación de los fenómenos ondulatorios y sonido. A continuación, se presentan los resultados obtenidos del *test*:

En el primer punto se presentan imágenes en donde los estudiantes tenían que identificar cuales correspondían a una representación de ondas mecánicas y cuales correspondían a una representación de ondas electromagnéticas. Los resultados que arroja este punto son los siguientes:

	Correcto	Incorrecto	No Responde	Total
Ondas Electromagnéticas	52,34%	42,42%	5,24%	100%
Ondas Mecánicas	51,10%	43,62%	5,28%	100%

Tabla 4: Resultados primer punto *test*, primera parte.

En este punto se determinó que sin haber recibido una clase que tratara sobre los fenómenos ondulatorios, aproximadamente la mitad de los estudiantes identifican por medio de imágenes la diferencia entre una onda mecánica y una onda electromagnética.

Luego se les ha pedido que expliquen con sus propias palabras qué entienden por onda mecánica y onda electromagnética. Los resultados fueron los siguientes:

	Correcto	Se Acerca	Incorrecto	No Responde	Total
Ondas Electromagnéticas	18,92%	23,65%	36,49%	20,94%	100%
Ondas Mecánicas	3,38%	11,48%	66,21%	18,93%	100%

Tabla 5: Resultados primer punto *test*, segunda parte.

Para este caso, los resultados demuestran que a la hora de explicar en sí cual es el significado de una onda mecánica y una electromagnética no se tiene claridad o se desconoce por completo su definición. Parte de las respuestas de los estudiantes (30%) tienden a relacionar una onda mecánica con ondas producidas por maquinas que son fabricadas por el hombre, atribuyéndole al concepto de “mecánica” un significado que es erróneo dado el contexto de la pregunta. En el caso de la descripción de las ondas electromagnéticas, aproximadamente el 30% de los estudiantes describen este tipo de ondas como las que son producidas por la naturaleza o la electricidad. Para los casos de las ondas mecánicas y electromagnéticas, los estudiantes las definen a partir de una “etimología popular”, relacionando las palabras con los conceptos que conocen de la vida diaria.

A comparación de la primera pregunta en que aproximadamente la mitad de los estudiantes identificaban por medio de imágenes las ondas mecánicas y las ondas electromagnéticas, a la hora de explicar qué entienden por estos conceptos, el rango de estudiantes que logran describir con cierto nivel de exactitud o tiene alguna noción es muy bajo y probablemente algunos de ellos pueden identificar las imágenes por varios factores (quizás casualidad o intuición), relacionando las palabras con la imagen más de que tengan en realidad algún tipo de conocimiento claro acerca del porqué eligen esa imagen.

En el segundo punto se pedía a los estudiantes que relacionaran ciertos términos con su respectiva definición, al finalizar la prueba se pudo observar que los resultados variaban de la siguiente manera:

	Correcto	Incorrecto	Total
Efecto Doppler	16,89%	83,11%	100%
Timbre	28,38%	71,62%	100%
Frecuencia	54,05%	45,95%	100%
Tono	53,38%	46,62%	100%
Interferencia	41,89%	58,11%	100%
Intensidad	29,05%	70,95%	100%

Tabla 6: Resultados segundo punto *test*.

Con estos resultados se demuestra que los estudiantes no relacionan el término efecto Doppler con su respectiva definición ya que se requiere conocimientos previos en el tema de ondas, y como se puede constatar en la misma prueba los términos relacionados con ondas no son plenamente identificados. Los términos de frecuencia, tono y en menor medida interferencia fueron descritos aproximadamente por la mitad de los estudiantes y en cuanto al tono e intensidad son conceptos poco conocidos por la mayoría de los estudiantes.

En el tercer punto del *test* se solicitó a los estudiantes realizar un dibujo acerca de cómo se vería la interacción de una piedra al caer en un recipiente con agua y otro con miel. Los resultados fueron los siguientes:

Entendible, correcto	65,54 %
Entendible, Incorrecto	20,28 %
No entendible	11,48 %
No respondieron	2,70 %
Total	100 %

Tabla 7: Resultados tercer punto *test*.

En esta pregunta, los resultados muestran que en una mayoría de los estudiantes este tipo de fenómeno es conocido, ya que pudieron describir mediante el dibujo correctamente su funcionamiento. Con lo anterior se evidencia que la gran “mayoría” de los estudiantes por experiencia en la vida cotidiana se dan cuenta de que al caer una piedra en un medio diferente su propagación no es la misma.

En el cuarto punto los estudiantes debían explicar si el sonido necesita un medio para ser escuchado. Los resultados obtenidos son las siguientes:

Correcto	13,52%
Se Acerca	10,81%
Incorrecto	71,62%
No Responde	4,05%
Total	100 %

Tabla 8: Resultados cuarto punto *test*.

Se puede observar en esta pregunta que los estudiantes creen que el sonido no necesita un medio para ser escuchado ya que en el vacío (según algunos estudiantes) también hay sonido. Lo anterior se puede determinar debido a que no reconocen la naturaleza mecánica del sonido ni diferencian las ondas mecánicas de las electromagnéticas.

En el quinto punto se pregunta sobre si hay alguna relación entre un temblor y el fenómeno del sonido. Los resultados de este punto son los siguientes:

Correcto	23,65%
Se Acerca	17,56%
Incorrecto	56,75%
No Responde	2,04%
Total	100%

Tabla 9: Resultados quinto punto *test*.

Más de la mitad de los estudiantes en este punto respondieron incorrectamente a este cuestionamiento, muy pocos estudiantes pudieron relacionar los fenómenos ondulatorios con las ondas producidas en los movimientos de tierra. Dentro de las tantas respuestas incorrectas, lo que más se vio reflejado fue que ellos relacionaban los sonidos causados por los objetos moviéndose durante un temblor con el fenómeno

del sonido, esto debido a la falta de información sobre cómo se producen los temblores y la transmisión de energía por medio de ondas mecánicas a través del suelo.

En el sexto punto se les pregunta a los estudiantes el motivo por el cual se escucha en auditorios bien contruidos la voz del ponente sin ninguna “intercepción”. Los resultados para esta pregunta fueron los siguientes:

Correcto	21,62%
Se Acerca	36,48%
Incorrecto	36,50%
No Responde	5,40%
Total	100%

Tabla 10: Resultados sexto punto *test*.

El porcentaje de acierto a esta pregunta no es muy alto, aun así, las respuestas correctas en su mayoría dicen que “los auditorios bien contruidos requieren de materiales específicos que permita que el sonido se “retenga” y se escuche un poco de eco”; aunque no relacionen este efecto con el fenómeno de difracción, tienen claro el principio. Dentro de las otras respuestas aceptables se destaca la afirmación de “que el sonido rebota en las paredes y en un lugar cerrado las ondas se dispersan más”.

Para el séptimo punto se les preguntaba a los estudiantes si sabían cómo se produce la voz, con el objetivo de verificar si conocen sobre la creación de una onda mecánica en el aire a través de la vibración de un elemento (en este caso un órgano del cuerpo humano). Los resultados fueron los siguientes:

Correcto	68,91%
Se Acerca	8,11%
Incorrecto	15,55%
No Responde	7,43%
Total	100%

Tabla 11: Resultados séptimo punto *test*.

Para los estudiantes fue fácil responder a este cuestionamiento debido a que conocían el sistema que produce la voz, (fonador) como lo señalan en la mayoría de los casos, pero les es complicado explicar cómo funciona este sistema, de esta manera no lo relacionaron con la producción de ondas.

Para el octavo punto se les expone un ejemplo de la vida diaria, en el que se les pide que dibujen como se vería la onda de la voz de la chica que está por fuera de la piscina cuando pasa del medio del aire al medio del agua. Los resultados fueron los siguientes:

Entendible, correcto	16,8%
Entendible, Incorrecto	54,06%
No entendible	24,32%
No respondieron	4,73%
Total	100%

Tabla 12: Resultado octavo punto *test*.

Dentro de las respuestas a esta pregunta, en algunos casos era imposible determinar que trataban de decir en las imágenes ya que eran ilegibles, además de que estas carecían de alguna explicación. En un pequeño porcentaje se pudo identificar como los estudiantes reconocían y sugerían en su dibujo que al cambiar de medio una onda se refractaba.

En el punto nueve se les preguntaba del porqué los perros perciben algunos sonidos que nosotros no percibimos. Las respuestas a esta pregunta se clasificaron de la siguiente manera:

Correcto	68,91%
Se Acerca	12,83%
Incorrecto	13,53%
No Responde	4,73%
Total	100%

Tabla 13: Resultados noveno punto *test*.

Este punto fue respondido correctamente por una gran mayoría de estudiantes, los cuales usaron como respuesta argumentos como los siguientes: “porque el oído de un perro tiene una frecuencia más suave o aguda” o “sus sentidos están más desarrollados y su oído tiene una frecuencia más baja”. Por otro lado, algunos estudiantes interpretan de manera particular este fenómeno, aunque no se alejan de la realidad, diciendo en sus respuestas frases como: “tienen un oído muy definido y pueden escuchar lo que nosotros no” o “porque los perros tienen oídos sensibles y más potentes”. Para este punto se encontró que muchos estudiantes saben que los perros tienen la capacidad de escuchar sonidos más agudos que nosotros, pero ningún estudiante dice que los perros también alcanzan a escuchar sonidos más graves; unos estudiantes le atribuían el hecho de que los perros tenían las orejas más grandes y por eso escuchan mejor; muy poco estudiantes hablan sobre que los perros escuchan sonidos que tienen una frecuencia diferente a la de nosotros.

En el punto diez se les preguntaba a los estudiantes cómo sabían la posición en la que se encontraba una ambulancia que estaba en movimiento.

Correcto	50,68%
Se Acerca	25%
Incorrecto	21,63%
No Responde	2,71%
Total	100%

Tabla 14: Resultados decimo punto *test*.

El porcentaje de respuestas acertadas en este punto es de la mitad de los estudiantes, ellos reconocen el efecto sonoro que se produce mientras el emisor o el receptor están en movimiento. Dentro de las respuestas destacadas nos encontramos con: “Porque cuando se aleja suena más débil y cuando se acerca suena más fuerte y esto se llama efecto Doppler”, “las ondas sonoras aumentan o disminuyen dependiendo su distancia”, “por la intensidad del sonido, si está cerca se escucha fuerte si está lejos suave” o “el sonido que transmite la ambulancia cambia según el lugar donde se encuentre”, estas últimas sin relacionarlas directamente con la frase efecto Doppler. La experiencia es clave en el reconocimiento de este fenómeno, ya que diariamente se está expuesto a él.

En el punto once se les preguntaba a los estudiantes ¿Por qué existe el fenómeno del eco? Las respuestas se distribuyeron de la siguiente manera:

Correcto	20,93%
Se Acerca	35,14%
Incorrecto	37,17%
No Responde	6,76%
Total	100%

Tabla 15: Resultados decimoprimer punto *test*.

Las respuestas a esta cuestión por parte de los estudiantes fueron muy variadas, pero dentro de ellas se pueden destacar las que decían que “el sonido en un espacio cerrado va y vuelve” o “las ondas golpean las paredes en un espacio vacío”. Por otro lado, otros estudiantes respondían con frases como que “el espacio era pequeño y silencioso” o que “en un sitio cerrado no se puede salir el sonido”.

En el punto doce se les coloca una imagen que representa una cubeta de ondas en la que tiene dos obstáculos, y se le pide al estudiante que dibujara como se propaga las ondas en esa imagen. Los resultados de este punto fueron los siguientes:

Entendible, correcto	23,65%
Entendible, Incorrecto	31,75%
No entendible	25%
No respondieron	19,6%
Total	100%

Tabla 16: Resultados decimosegundo punto *test*.

Al igual que en octavo punto, una cantidad considerable de respuestas no eran legibles debido a la poca claridad del dibujo, y dentro de los dibujos entendibles, una cantidad no muy alta de estudiantes representaron gráficamente de forma correcta el fenómeno.

FASE 2 – ACTIVIDADES DE EXPERIMENTACIÓN

Para la segunda fase se hizo uso de varias locaciones además del aula, puesto que la actividad experimental necesita un amplio campo, es así como un parque, el patio de descanso y el laboratorio de ciencias hicieron parte de esta actividad. El proponer estas actividades causó entusiasmo dentro de los estudiantes, ya que generalmente la explicación teórica de este tema suele ser monótona y poco entretenida, la inmersión dentro del fenómeno, vivirlo y analizarlo en primera persona es una actividad estimulante para los estudiantes.

Los experimentos o la replicación de los fenómenos y actividades que se desarrollaron en las clases de física fueron divididos en 3 secciones, separándolos por unidades como generalmente se hace con el tema de ondas. Cada actividad o experimento fue individualizado y desarrollado junto con su respectiva guía-taller por grupos, siguiendo el método Co-op Co-op como ya fue mostrado en el capítulo anterior.

El desarrollo de las actividades experimentales tuvo un grato impacto dentro de los estudiantes, fue notorio el cambio de actitud que se tomó frente a la clase, comparándolo con los métodos tradicionales de aula. A continuación, se presentan los resultados de los talleres correspondientes a las actividades presentadas en la **Tabla 2**.

Para el desarrollo de la **primera unidad** nombrada “Naturaleza de las ondas”, se propusieron 3 actividades, que fueron distribuidas dentro de los diferentes grupos formados previamente; esta unidad fue realizada al aire libre en un parque cercano al colegio.

La primera actividad de esta unidad trataba el tema de formación de las ondas (Anexo 5). Esta actividad constaba de cuatro puntos, los cuales tomaban como insumo para su desarrollo un video explicativo; los resultados de esta actividad fueron condensados en el anexo 16. En resumen, los resultados fueron los siguientes:

UNIDAD 1 – NATURALEZA DE LAS ONDAS – FORMACIÓN DE LAS ONDAS				
1. Defina con sus propias palabras ¿Qué es una onda?				
	Correcto		33,33%	
	Se Acerca		66,67%	
	Total		100%	
2. ¿Cuáles son los dos tipos de ondas? ¿Cuáles son sus características?				
	Correcto	Se Acerca	Incorrecto	Total
Ondas Electromagnéticas	52%	40%	8%	100%
Ondas Mecánicas	52%	28%	20%	100%
3. ¿Cuál es la diferencia de las ondas unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales?				
	Correcto	Se Acerca	Incorrecto	Total
Unidimensional	28%	20%	52%	100%
Bidimensional	12%	36%	52%	100%
Tridimensional	36%	24%	40%	100%
4. Ejemplifíquelas mediante un dibujo.				
	Entendido Correcto	Entendido Incorrecto	No Entendido %	Total
Unidimensional	76%	24%	0%	100%
Bidimensional	32%	60%	8%	100%
Tridimensional	52%	44%	4%	100%

Tabla 17: Resultados Unidad 1- formación de las ondas

La primera pregunta de esta actividad solicitaba una definición para onda, en esta se identificó que solo un tercio de los estudiantes usaban palabras un poco más apropiadas para esta definición como, por ejemplo: “Son perturbaciones en un espacio tranquilo o en movimiento que tiene frecuencia, cresta y valle, se pueden manifestar en forma electromagnética y mecánica. Ejemplo: el sonido, las olas, por donde se transmiten las llamadas”. Por otro lado, los dos tercios restantes del grupo de estudiantes, a pesar que sus respuestas no eran equivocadas aún les faltaba un poco más de pertinencia en la definición como, por ejemplo, “Se produce por un objeto o movimiento y hay muchas formas las cuales se presentan”. En el segundo punto se les pregunto sobre los tipos de ondas y sus características, el 100% de los estudiantes sabían que los tipos de ondas son mecánicas y electromagnéticas, pero solo el 52% de los estudiantes identificaba o reconocía la definición más apropiada de estos tipos de ondas, el 20% de los estudiantes aun relacionan las ondas mecánicas con cosas hechas por el humano, que necesitan electricidad o confunden este termino con el de onda electromagnética. Para el tercer punto, se les pregunto sobre la diferencia entre las ondas unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales, términos que aparecían en el video; en esta pregunta se encontró que más de 50% de los estudiantes no logran entender o relacionar estos términos respondiendo que: “una onda unidimensional es cuando se genera una onda, una onda bidimensional es cuando se genera dos ondas y una onda tridimensional es cuando se genera tres ondas”.



Imagen 18: Estudiantes observando el video de la actividad número 1.

Para la segunda actividad de la primera unidad, se les solicitó a los estudiantes simular la creación de una onda dibujando sobre una sección de hojas (Anexo 6). En esta actividad trataba el tema de Ondas periódicas, y para su desarrollo se les solicitó responder 3 preguntas presentes en la guía. En la primera pregunta se solicitaba que a partir del dibujo realizado en la actividad se señalara y describiera las características de la onda. Se encontró que, en algunos casos, los estudiantes colocan más partes de las mencionadas en la guía como: pulso, nodo, elongación y fuente de onda, pero a la hora de definir estos términos realmente pocos grupos lo hicieron, muchos solo colocaron las partes. Se les solicitó que al realizar el dibujo tomaran el tiempo y que la velocidad en la que realizaban el dibujo no fuese la misma en los diferentes intentos, para poder desarrollar la segunda pregunta que estaba relacionada con hallar la frecuencia de las ondas dibujadas, pero los estudiantes no desarrollaron o desarrollaron incorrectamente la ecuación como se puede ver en los resultados contenidos en la Tabla 18, quizá por la falta de familiarización de ecuaciones; lo mismo paso con la siguiente pregunta en la que se les pedía calcular el periodo teniendo en cuenta los datos anteriores. Los resultados de esta actividad se encuentran condensados en el anexo 17.

UNIDAD 1 – NATURALEZA DE LAS ONDAS – ONDAS PERIÓDICAS		
Resultado de las ecuaciones de frecuencia y periodo		
	Frecuencia %	Periodo %
No desarrollaron ecuación	26,09%	39,13%
Desarrollaron ecuación correctamente	39,13%	39,13%
Desarrollaron ecuación incorrectamente	21,74%	21,74%
Desarrollaron ecuación incompleta	13,04%	0%
Total	100%	100%
Definición de los términos frecuencia y periodo		
	Frecuencia	Periodo
Correcto	69,57%	69,57%
No Responde	30,43%	30,43%
Total	100%	100%

Tabla 18: Resultados Unidad 1 - Ondas periódicas

En la siguiente pregunta se les pedía a los estudiantes que definieran los términos de periodo y frecuencia. En este punto es difícil determinar si realmente entendieron estos términos, ya que la mayoría de estudiantes contestaron a partir de la ecuación colocada en la guía diciendo: “frecuencia es la cantidad de ciclo dividido sobre el tiempo y periodo uno sobre frecuencia”, aunque no se debe desmeritar de algunos estudiantes que escribieron, por ejemplo: “la frecuencia es la cantidad de ondas que se propagan en línea y periodo es el tiempo que emplea las ondas para propagarse”.



Imagen 19: Estudiantes realizando la onda sobre el papel en la actividad número 2.

La tercera y última actividad de la primera unidad, se trataba de la manipulación de un Slinky, el cual sería manejado bajo las instrucciones del encargado de la clase con el fin de poder recrear ondas transversales y longitudinales (Anexo 7). La actividad constaba de 5 preguntas, y los resultados fueron condensados en el anexo 18. En resumen, los resultados de esta actividad fueron los siguientes:

UNIDAD 1 – NATURALEZA DE LAS ONDAS – PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS				
1.	¿Qué forma realiza el Slinky cuando se mueve verticalmente? Dibújalo.	2.	¿Qué forma realiza el Slinky cuando se mueve horizontalmente? Dibújalo.	
	Entendible, Correcto	83,33	Entendible, Correcto	66,67
	Entendible, Incorrecto	12,5	Entendible, Incorrecto	25
	No entendible	4,17	No entendible	8,33
	Total	100%	Total	100%

3. ¿Qué diferencia hay entre los dos movimientos? Explica.		4. Da un ejemplo de la vida cotidiana donde se pueda dar cuenta una onda longitudinal. Dibújalo.	
Correcto	8,33	Entendible, Correcto	50
Se Acerca	20,83	Entendible, Incorrecto	45,83
Incorrecto	70,83	No entendible	4,17
Total	100%	Total	100%

5. Da un ejemplo de la vida cotidiana donde se pueda dar cuenta una onda transversal. Dibújalo.	
Entendible, Correcto	70,83
Entendible, Incorrecto	12,5
No entendible	16,67
Total	100%

Tabla 19: Resultados Unidad 1 - Propagación de las ondas

En los 2 primeros puntos de esta actividad los estudiantes fácilmente pueden dibujar el fenómeno ya que fue algo que observaron, pero al momento de explicarlo en el tercer punto, estos tuvieron problemas y respondieron con frases como: “el movimiento vertical es una onda longitudinal y el movimiento horizontal es una onda transversal”. Posteriormente les pidió que hicieran un dibujo donde se pudiera ver en la vida cotidiana las ondas transversales y longitudinales, de esta manera se determinó que un gran grupo de estudiantes logra relacionar las ondas longitudinales y transversales con la vida cotidiana.

Al haber finalizado la actividad, los 6 o 7 estudiantes de cada grupo se reunieron y cada uno compartió su experiencia en el taller que le correspondió con los demás integrantes de su grupo, condensando los conocimientos finales en un mapa mental grupal. Durante los últimos minutos de clase, cada grupo en el salón pasó a compartir su mapa mental, compartiendo lo aprendido y complementando sus conocimientos con los descubrimientos de los demás, dando cumplimiento a la metodología cooperativa. Los resultados de esta unidad fueron satisfactorios, las 3 actividades que se desarrollaron por grupo eran complementarias porque gracias al video se consiguieron bases teóricas explicadas visualmente, el dibujar la onda y señalar sus partes permitió relacionar conceptualmente el fenómeno con la teoría y por último el uso del slinky otorgó la experiencia directa con el fenómeno. La reunión grupal que permitió el desarrollo del mapa mental, promovía el compartir las experiencias y conocimiento de cada actividad, completando la comprensión del fenómeno.

La **segunda unidad** fue desarrollada en el laboratorio de ciencias del colegio y tenía por nombre “fenómenos ondulatorios”. Esta unidad contó con 3 actividades que, al igual que en la anterior unidad, se distribuyeron en los mismos grupos.

En la primera actividad de la segunda unidad, se trata sobre el fenómeno de difracción e interferencia de ondas, y está compuesta por 5 puntos (Anexo 8). Esta actividad trabaja principalmente sobre la cubeta de ondas, y sus resultados fueron condensados en el anexo 19. El resumen de los resultados es el siguiente:

UNIDAD 2 – FENÓMENOS ONDULATORIOS – DIFRACCIÓN E INTERFERENCIA			
1. Dibujar lo observado.		2. Que explicación le da a lo que observa	
Entendible, Correcto	73,68	Se Acerca	47,37
Entendible, Incorrecto	21,05	Incorrecto	52,63
No entendible	5,27		
Total	100%	Total	100%

3. ¿Qué pasa si colocamos un tercer obstáculo? Explica tu respuesta y realiza un dibujo.		4. Qué ocurre si en vez de utilizar el generador de ondas utilizamos una regla para generarlas.	
Se Acerca	15,79	Entendible, Correcto	78,94
Incorrecto	84,21	Entendible, Incorrecto	10,53
		No entendible	10,53
Total	100%	Total	100%

5. ¿Qué pasa si dos ondas con diferente amplitud se generan al tiempo? Realiza un dibujo	
Correcto	10,53
Se Acerca	57,89
Incorrecto	31,58
Total	100%

Tabla 20: Resultados Unidad 2 - Difracción e interferencia.

Para esta actividad, se les enseñó a los estudiantes una cubeta de ondas en la que se encontraban dos obstáculos y con referente a esto se les hace la primera pregunta que consistía en hacer un dibujo sobre lo observado y explicarlo. El dibujo es correcto, pero a la hora de explicarlo un 52% de los estudiantes responde de manera incorrecta, algunos diciendo: “depende del objeto se va formando la onda ya sea gruesa o delgada se forma un movimiento ondulatorio”. Se les pregunta que sucedería si se coloca un tercer obstáculo y más del 50% de los estudiantes responden que: “al poner los tres objetos observamos que la onda cada vez era más pequeña”. También se les pregunto, qué sucede si en vez de utilizar el generador de ondas utilizáramos una regla para generar las ondas, en lo que una minoría de estudiantes respondieron que: “las ondas se propagan rectas y al chocar con un objeto se hace una onda circular alrededor”. Otra pregunta consistía en qué pasaría si dos ondas con diferente amplitud se generan al tiempo; un pequeño porcentaje de estudiantes dicen que: “chocan entre si formando una interferencia en las ondas” y ese pequeño porcentaje de estudiantes hacen un dibujo que representan lo dicho. En otro cuestionamiento se les preguntó en qué consiste el fenómeno de difracción, y al parecer no les queda muy claro este concepto ya que su mayoría la respuesta es la siguiente: “Esta consiste en las ondas que se desvían de su camino por la interferencia de algo”. Para finalizar se les pregunta sobre qué es una interferencia constructiva y destructiva y un pequeño porcentaje de estudiantes aciertan diciendo que es: “Que la onda se aparta. Constructiva que las dos ondas deben coincidir y dirigirse a un mismo lugar preparando un solo pulso. Destructiva que los dos pulsos se tienen una coincidencia de un mismo lugar, sino que se propaga cada una por su lado”.



Imagen 20: Estudiantes haciendo uso de la cubeta de ondas en laboratorio, actividad número 4.

En la segunda actividad de la segunda unidad, se trabaja sobre el tema de reflexión de ondas (Anexo 9); esta actividad tiene como insumo una máquina de ondas preparada previamente. Para esta actividad se interactuó con la máquina, la cual al generar una onda esta rebota y regresa a su origen, mostrando el fenómeno de reflexión; al finalizar la actividad se desarrolló la guía que consta de 6 preguntas, de las cuales los resultados se presentan en el anexo 20. El resumen de los resultados es el siguiente:

UNIDAD 2 – FENÓMENOS ONDULATORIOS – REFLEXIÓN			
1. ¿Qué ocurre cuando se tuerce el caucho?		2. ¿Qué figura forma?	
Correcto	87,50%	Correcto	91,67%
Se Acerca	12,50%	Incorrecto	8,33%
Total	100%	Total	100%
3. ¿Qué pasa al llegar al otro lado?		4. ¿Qué pasa si generas dos ondas en sentido contrario?	
Correcto	91,67%	Correcto	100%
No Responde	8,33%		
Total	100%	Total	100%
5. ¿Cuál es la fuente de este efecto? Explique porque		6. ¿se puede considerar que usted es la fuente de este efecto? Justifique su respuesta	
Correcto	62,50%	Correcto	91,67%
Se Acerca	37,50%	Incorrecto	8,33%
Total	100%	Total	100%

Tabla 21: Resultados Unidad 2- Reflexión.

En esta actividad se les preguntó ¿qué pasa cuando el caucho se tuerce?, y un gran porcentaje de estudiantes contestó: “cuando se tuerce el caucho los palos se mueven, produciendo una onda que hace que se muevan los palitos”. Se les pregunta sobre la figura que forma y concuerdan con la de una espiral. La siguiente pregunta que se les hacía era la de qué ocurría cuando la onda llegaba al otro lado y concordaban en que la onda se devolvía y/o reflejaba, también se les pregunto qué pasaba si se generaban dos ondas en sentido contrario y concuerdan con el hecho de que “chocan y se devuelven en el mismo sentido”, luego se les preguntó sobre la fuente del efecto, y muchos dicen que “el golpe es quien ocasiona la onda” y cuando se les pregunta si considera que usted es la fuente del efecto responden que “si, ya que nosotros generamos el golpe”.



Imagen 21: Estudiantes haciendo uso de la máquina de ondas, actividad número 5.

En la tercer y última actividad de la unidad dos, se usan materiales y líquidos caseros como el agua y el aceite para comprobar el fenómeno de la refracción (Anexo 10). En esta actividad se puede observar a simple vista como dependiendo del medio por el que atraviesa una onda esta se desvía y se produce el fenómeno estudiado. Al realizar esta observación y control con los instrumentos, los estudiantes

responden un cuestionario, cuyo resultado se condensa en el anexo 21. El resumen de los resultados de esta actividad es el siguiente:

UNIDAD 2 – FENÓMENOS ONDULATORIOS – REFRACCIÓN	
1. ¿Que se observa?	
Se Acerca	37,50%
Incorrecto	45,83%
No Responde	16,67%
Total	100%
2. Realice un dibujo de lo observado	
Entendible, Correcto	66,67%
Entendible, Incorrecto	25,00%
No entendible	8,33%
Total	100%
3. Explique con sus propias palabras porque sucede este fenómeno	
Se Acerca	41,67%
Incorrecto	58,33%
Total	100%
4. Da un ejemplo de la vida cotidiana donde podamos dar cuenta de este fenómeno con ondas mecánicas.	
Correcto	12,5%
Incorrecto	66,67%
Se Acerca	20,83%
Total	100%

Tabla 22: Resultados Unidad 2 - Refracción

En primera instancia, les preguntó a los estudiantes que se observaba, a lo que ellos respondieron: “en el aceite por su densidad se ve 3 veces más grande y en el agua por su densidad el lápiz se ve un poco grande y doblado”, en este caso, la respuesta de los estudiantes es válida, aunque no era lo que se pretendía que respondieran, quizá no fue una pregunta correctamente formulada. En seguida, se les pidió que con ayuda de un transportador midieran el ángulo de los objetos en el aire y cuando está sumergida (agua o aceite), muchos estudiantes dejaron en blanco esta pregunta, se les colocó también que realizaran un dibujo sobre lo observado y su dibujo era de un lápiz más grande en el aceite que en el agua, a continuación se les pregunto sobre el porqué sucedía ese fenómeno y un pequeño porcentaje de estudiantes respondió: “cuando cambia la onda de ángulo de incidencia y el ángulo de refracción” y por otro lado, un gran porcentaje de estudiantes decía que “Porque una tiene una densidad más fuerte y es más espeso mientras que el otro es normal ya que solo es agua”. Por último, se les pidió que colocaran un ejemplo de la vida cotidiana donde se pudiera observar este fenómeno, pero sus ejemplos no eran correspondientes al fenómeno de refracción.



Imagen 22: Observación de los elementos sumergidos en agua y aceite, actividad número 6.

En la segunda unidad, al igual que en la primera, cada grupo tenía las 3 actividades repartidas entre sus integrantes de tal manera que de a 2 o 3 estudiantes las realizaran. Para esta unidad, cada actividad desarrollaba un fenómeno ondulatorio, con lo cual, al finalizar cada estudiante cooperaría con el aprendizaje de sus compañeros de grupo explicándoles el funcionamiento del fenómeno que le correspondió observar y a su vez colaboraría con el desarrollo del mapa mental. Como última labor, la exposición del mapa mental grupal ante el salón permitía a los estudiantes observar los descubrimientos de los demás grupos, así como llenar los vacíos en la comprensión de los fenómenos ondulatorios.

Para el caso de la **tercera unidad** llamada “Sonido”, la cual constaba de 3 actividades (Anexos 11, 12 y 13), los esfuerzos se concentraron en la observación de los fenómenos. En la actividad uno se utilizó el Oscilador virtual para observar varias notas musicales provenientes de diferentes instrumentos como la flauta y otro instrumento de aire, además de observar cómo se comportaban los sonidos de un diapasón y de la voz de varios estudiantes. Gracias a esta herramienta los estudiantes pudieron tomar conciencia del comportamiento del sonido como una onda mecánica. Para la segunda actividad, gracias a los materiales propuestos se pudo crear un instrumento que permitía ver las vibraciones de un instrumento de golpe similar a un tambor a través de un rayo reflejado en un espejo, puesto sobre la membrana del instrumento creado. Esta actividad se pudo desarrollar satisfactoriamente, logrando de esta manera los estudiantes conocer el origen y el comportamiento del sonido como onda al igual que la primera actividad de esta unidad. Las vibraciones reflejadas les dieron una visión del sonido que no es observable a simple vista. La tercera actividad fue un poco más compleja de realizar y no se pudo realizar satisfactoriamente, ya que se trataba de intentar recrear una escena en donde fuera posible calcular la velocidad del sonido. En esta última actividad, se contó con la limitación del espacio, ya que calcular una velocidad tan alta en pocos metros llega a ser complicado. En este experimento, se pudo constatar que la actividad experimental puede llegar a tener grandes limitaciones dentro del ámbito escolar al momento de recrear fenómenos muy grandes o muy pequeños.



Imagen 23: Estudiantes haciendo uso del osciloscopio, actividad número 7.

La retroalimentación en forma de mapas mentales, contribuyó a que los estudiantes fueran actores principales en el desarrollo de la clase y la enseñanza del tema dentro del salón, puesto que cada grupo se encargaba de hacer sus descubrimientos y compartía los nuevos conocimientos adquiridos con el resto de sus compañeros, de esta manera el aprendizaje se convertía en una construcción grupal, permitiendo despejar dudas y además generar nuevas que impulsarían a querer aprender más. De igual manera, para no dejar recaer toda la responsabilidad de la enseñanza a los estudiantes, se hizo una presentación de power point al finalizar la etapa de experimentos, donde se reforzaron los conceptos vistos en las

actividades y se resolvieron las dudas de los estudiantes, además de hacer un monitoreo de aceptación de la metodología de clase, en donde la aceptación fue total ya que aprendieron sobre la clase de una forma diferente.



Imagen 24: Retroalimentación de las actividades por medio de mapas mentales.

FASE 3 – SOFTWARE EDUCATIVO

La última etapa del trabajo consistía en la aplicación de las tecnologías dentro del aula de clase como herramienta de enseñanza-aprendizaje. Al igual que las anteriores actividades esta constaba de un material, en este caso virtual, y una guía-taller de refuerzo (Anexo 14).

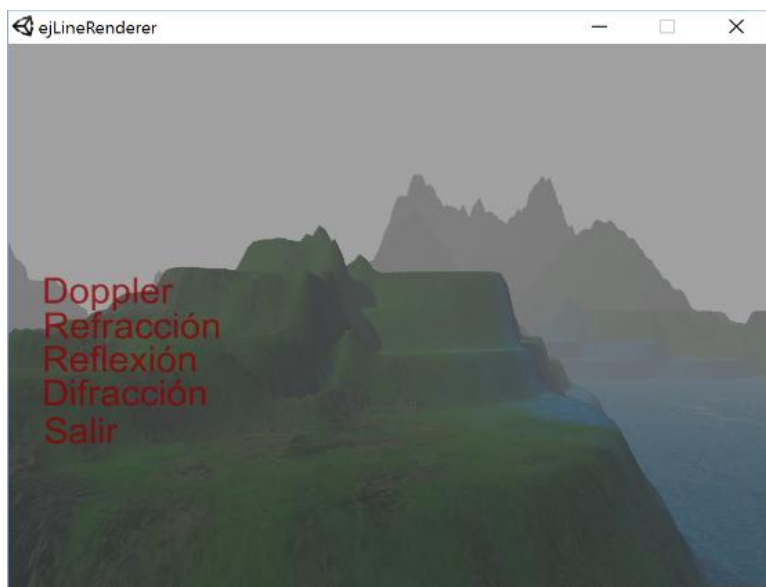


Imagen 25: Menú principal del software con los enlaces a cada simulación.

Para esta última actividad relacionada con el *software* educativo, se desarrolló una simulación interactiva con el *software* de desarrollo de videojuegos Unity 3D - Game Engine. Esta simulación pretende ser una herramienta didáctica y de fácil entendimiento que permite ser manipulada a gusto por los estudiantes, además su interfaz es llamativa por su ambiente virtual que se basa en un mundo de videojuego atrae la atención de los estudiantes.

El *software* cuenta con 4 simulaciones, las cuales representan los fenómenos ondulatorios, así como el efecto Doppler. En cada simulación se pueden observar las características que distinguen a cada uno de los fenómenos, esto junto a la muy

necesaria tutoría del docente pretende generar un entendimiento y comprensión de lo que se representa

en la pantalla. Aunque aún es algo básico ya que se encuentra limitado por la capacidad de desarrollo en el lenguaje del programa, el *software* realizado contiene lo necesario para comprender los conceptos.

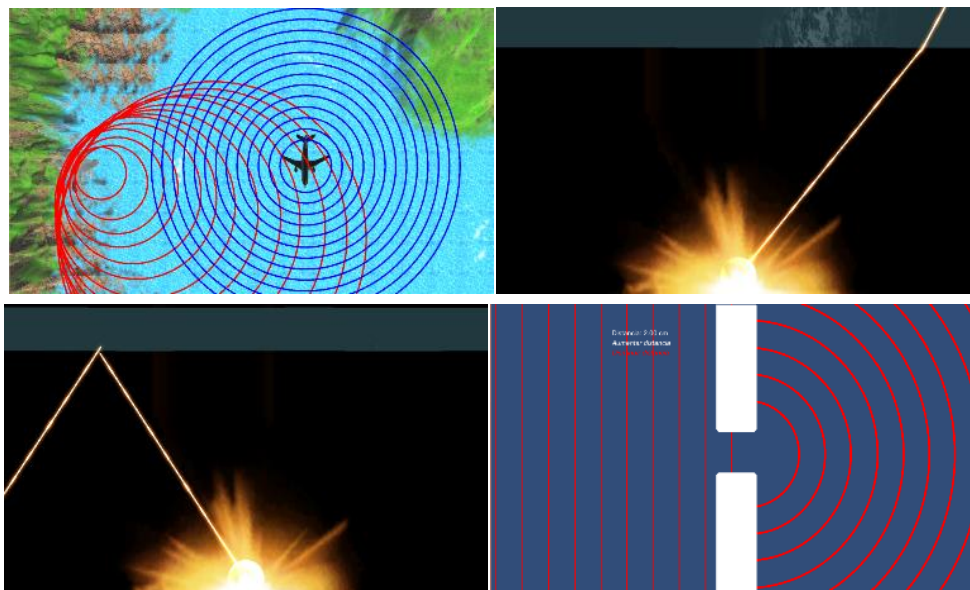


Imagen 26: Muestra del *software* dentro de cada simulación. Superior izquierda efecto Doppler, superior derecha refracción, inferior izquierda reflexión e inferior derecha difracción. Elaboración propia.

Dentro de la institución educativa que se implementó el *software* (Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II), se encontraron algunas limitaciones que impidieron el desarrollo satisfactorio de la actividad, ya que el tiempo que se dispuso para esto fue de tan solo una hora, además de que se tuvo que aplicar a un grupo de estudiantes limitado y no a todos los cursos completos teniendo así representantes de cada grupo (801, 802 y 803). Otra de las limitaciones importantes fue que a la hora de instalar el *software*, aunque nos facilitaron 50 equipos solo en 15 de ellos la simulación corrió, obligando así a reunir a los estudiantes en grupos pequeños por ordenador complicando de esta manera el manejo del grupo. Aun así, con todo y limitaciones, la implementación fue positiva como se notó en la actitud de los estudiantes hacia el desarrollo de la clase, se recibían las instrucciones de manera más atenta a lo que generalmente se hace.

Al igual que con las anteriores actividades se realizó un taller (Anexo 14) junto a las simulaciones, el cual debía ser resuelto a medida que se manipulaba el *software*. Lamentablemente la limitada franja de tiempo dispuesta por la institución no permitió que todos los estudiantes respondieran el cuestionario completo o de forma aplicada; de todas maneras, los resultados del taller, que se realizó en base a la simulación, se presentarán a continuación:

En el primer punto del taller se les pide a los estudiantes que tracen la trayectoria de un haz de luz a través de un bloque de hielo sobre un espejo plano y explicaran el fenómeno. Los resultados fueron los siguientes:

TALLER FENÓMENOS ONDULATORIOS Y EFECTO DOPPLER CON BASE EN EL <i>SOFTWARE</i> EDUCATIVO	
1. Teniendo en cuenta la simulación, cómo se representaría gráficamente un rayo de luz incidiendo sobre un bloque de hielo transparente que se ha colocado sobre un espejo plano. Explique.	
Correcto	18,65%
Se acerca	64,75%
Incorrecta o no responde	16,6%
Total	100%

Tabla 23: Resultado primer punto, taller *software* educativo.

Al haber realizado la simulación, los estudiantes comprendieron perfectamente el principio de la refracción, el cual es el cambio de ángulo al cambiar de medio, aunque no todos ellos comprendieron con exactitud cuál era este cambio. Este ejercicio es positivo debido a que se tiene el fundamento, el cual se puede mediante más interacción con el *software* o también mediante la explicación complementaria del docente.

El segundo y el séptimo punto se trataban de representaciones gráficas del efecto Doppler, ya que se pedían en ambas ocasiones representar el rastro de ondas de un avión. Dentro del limitado tiempo que se tuvo, el efecto Doppler fue la simulación que menos se revisó debido a que antes se debían repasar con prioridad los fenómenos de refracción, reflexión y difracción. De igual forma, los resultados fueron los siguientes:

TALLER FENÓMENOS ONDULATORIOS Y EFECTO DOPPLER CON BASE EN EL <i>SOFTWARE</i> EDUCATIVO	
2. Cómo se representaría las ondas producidas por el avión si este se mueve a mayor velocidad que la velocidad de propagación del sonido. Explique.	
7. Si la velocidad del sonido es de 340 m/s un avión que se desplaza a 170 m/s dejaría un rastro de ondas que se puede representar como	
Correcto	20,85%
Se acerca	17,6%
Incorrecta o no responde	61,55%
Total	100%

Tabla 24: Resultados segundo y séptimo punto, taller *software* educativo.

Hubo muy pocos estudiantes que respondieron correctamente estas 2 preguntas, el tiempo limitado su experiencia con el *software* y en su mayoría no lo manipularon correctamente o simplemente no lo manipularon. Aun así, los estudiantes que lograron contestar estas cuestiones tuvieron un balance positivo.

Para el tercer y cuarto punto se realizó una pregunta con la que ya estaban familiarizados, debido a que esta fue propuesta en uno de los cuestionarios anteriores; estos puntos tratan sobre graficar y explicar la forma de propagación de las ondas dentro de una bandeja de agua y una de miel. Los resultados fueron los siguientes:

TALLER FENÓMENOS ONDULATORIOS Y EFECTO DOPPLER CON BASE EN EL <i>SOFTWARE</i> EDUCATIVO	
3. Se tiene dos bandejas de igual tamaño, una de ellas tiene miel y la otra tiene agua. Se sueltan dos piedras a intervalos iguales de tiempo en cada bandeja, simultáneamente se le toman fotografías a cada bandeja. ¿Cuál podría ser la mejor ilustración de las formas de las ondas generadas en las superficies de los dos fluidos?	
4. Teniendo en cuenta la pregunta anterior, las ondas generadas en el agua y la miel se diferencian en que:	
Correcto	71%
Se acerca %	0%
Incorrecta o no responde %	29%
Total	100%

Tabla 25: Resultados tercer y cuarto punto, taller *software* educativo.

Como se esperaba un alto porcentaje de estudiantes respondieron correctamente esta pregunta, demostrando el aprendizaje que se ha tenido durante el proceso. El porcentaje restante de estudiantes no supo o no respondió a falta de tiempo.

El quinto y sexto punto se relacionan con la simulación de difracción, preguntándose así qué es lo que se observa a primera vista en el software en la simulación correspondiente y lo que sucede al aumentar o disminuir la apertura de los obstáculos. Los resultados a estas preguntas fueron las siguientes:

TALLER FENÓMENOS ONDULATORIOS Y EFECTO DOPPLER CON BASE EN EL SOFTWARE EDUCATIVO	
5. La simulación representa una cubeta de ondas en la que se encuentra una barrera con una pequeña ranura, al generarse una perturbación dentro de la cubeta se generan ondas que pasan por la ranura de la barrera, al ocurrir esto se puede observar que:	
6. Si se amplía la apertura de la ranura en la barrera, se puede observar que la característica que cambia en la onda que pasa a través de la apertura es:	
Correcto	13,5%
Se acerca %	18,5%
Incorrecta %	25,5%
No responde %	42,5%
Total	100%

Tabla 26: Resultados quinto y sexto punto, taller *software* educativo.

A partir de estos puntos el porcentaje de preguntas no respondidas es alta gracias a la limitación temporal, siendo este casi de la mitad. De igual manera, los resultados muestran que más de la mitad de los estudiantes que respondieron la pregunta, entendieron el fenómeno en mayor o menor medida.

Los puntos octavo y decimosegundo trataban sobre diferenciar una onda electromagnética y una mecánica, además de clasificar al sonido dentro de una de estas categorías. Los resultados fueron los siguientes:

TALLER FENÓMENOS ONDULATORIOS Y EFECTO DOPPLER CON BASE EN EL SOFTWARE EDUCATIVO	
8. Cuáles son las diferencias entre las ondas mecánicas y las ondas electromagnéticas, ¿cómo identificarlas?	
12. A qué tipo de onda pertenece el sonido ¿mecánica o electromagnética?	
Correcto	41%
Se acerca %	0%
Incorrecta %	23%
No responde %	36%
Total	100%

Tabla 27: Resultados octavo punto, taller *software* educativo.

Para este punto se muestra una mejoría con respecto al *test* introductorio a la hora de identificar y diferenciar las ondas mecánicas y electromagnéticas, a pesar de la alta omisión de la pregunta.

En el noveno punto se requiere graficar el fenómeno de la reflexión y además de esto identificar sus partes. Los resultados fueron los siguientes:

TALLER FENÓMENOS ONDULATORIOS Y EFECTO DOPPLER CON BASE EN EL SOFTWARE EDUCATIVO	
9. Realiza un esquema donde haya una fuente luminosa que emita un rayo incidiendo en un espejo plano. En ese dibujo indica: el rayo incidente, el rayo reflejado, el ángulo de incidencia, el ángulo de reflexión y el punto de incidencia.	
Correcto	43,5%
Se acerca %	0%
Incorrecta %	16,5%
No responde %	43%
Total	100%

Tabla 28: Resultados noveno punto, taller *software* educativo.

Una gran mayoría de los estudiantes que contestaron esta pregunta lo hicieron de manera adecuada, pocos estudiantes lo hicieron de manera incorrecta. El apoyo del material proporcionado por el *software* permitió que esta pregunta fuera más fácil de responder para los estudiantes.

Para el décimo punto se pidió que explicarían el fenómeno de refracción de acuerdo a lo observado y explicado en la simulación.

TALLER FENÓMENOS ONDULATORIOS Y EFECTO DOPPLER CON BASE EN EL SOFTWARE EDUCATIVO	
10. Explique brevemente el fenómeno de refracción de ondas:	
Correcto	35%
Se acerca %	10,95%
Incorrecta %	14,55%
No responde %	39,5%
No responde	100%

Tabla 29: Resultados decimo punto, taller *software* educativo.

Al igual que en los anteriores casos, la gran mayoría de los estudiantes sabe o tiene idea de cómo funciona el fenómeno que fue simulado en el *software*. Lamentablemente, como fue habitual en esta actividad el tiempo no dio para que todos respondieran el cuestionario completo.

Por último, el decimoprimer punto pedía a los estudiantes explicar el fenómeno de difracción de acuerdo a lo observado en la simulación. Los resultados fueron los siguientes:

TALLER FENÓMENOS ONDULATORIOS Y EFECTO DOPPLER CON BASE EN EL SOFTWARE EDUCATIVO	
11. ¿Qué entiende por difracción después de observar la simulación?	
Correcto	11,5%
Se acerca %	30,95%
Incorrecta %	18,05%
No responde %	39,5%
	100%

Tabla 30: Resultados decimoprimer punto, taller *software* educativo.

En esta pregunta, los estudiantes en su mayoría se acercaron al fenómeno, pero no fueron precisos a la hora de describirlo correctamente. Esto igualmente no deja de ser positivo, ya que con un poco más de interacción y explicación la gran mayoría entenderá por completo el fenómeno.

Dentro del taller hay una decimotercera pregunta relacionada con el efecto Doppler que por desgracia no fue contestada por un alto porcentaje de los estudiantes debido a la falta de tiempo para su explicación y desarrollo, por esta razón no se incluye dentro de este análisis.

Al haber presentado los resultados de las pruebas realizadas a lo largo de la implementación de este proyecto, se pueden comenzar a discutir los resultados y hallazgos, cosa que se hará a continuación.

Como primera observación, fue fácil notar la aprobación de los métodos de trabajo propuestos dentro de los estudiantes. Al finalizar las 3 fases del proyecto, se les pidió a los estudiantes que en una hoja de papel escribieran su opinión respecto al desarrollo de este trabajo, con el fin de medir la aceptación de la metodología y las herramientas propuestas. Los resultados de encuesta indican que un 47% de los estudiantes prefiere las clases con experimentos, otro 47% aseveró de que le agradaban más las clases con el apoyo de los *softwares* educativos y por último un 6% prefiere aún las clases de la manera tradicional. Los métodos y herramientas educativas propuestas son en gran medida aceptadas por los estudiantes, los cuales argumentan su elección diciendo que son mejores gracias a la versatilidad de las clases, a su cambio en la rutina que representa en gran medida salir y aprender fuera del aula de clase, a su inmersión dentro del fenómeno, entre muchas otras.

Es clave para el aprendizaje sentirse a gusto con el cómo se aprende, esto para evitar caer en la monotonía, o como se asegura en el texto de Melo Figueroa & Silva Giraldo, quienes señalan que las clases caen en “demasiado rigor y exceso de detalles – muchos de ellos intrascendentes – en cuanto a formulismos matemáticos y enormes bloques de datos”. La idea de implementar este tipo de herramientas en la clase de física es, entre otras, garantizar la atención del estudiante para que tenga la mayor posibilidad de comprensión el tema, y además poder explicarlo posteriormente ya que la

experiencia y la didáctica permiten captar los sentidos del estudiante. Como elemento adicional a esto, la estimulación temprana de un espíritu de curiosidad, permite desarrollar en los estudiantes mayores interés para con el conocimiento, permitiendo formar estudiantes más aplicados y con grandes posibilidades de elegir un futuro en el que la ciencia haga parte de su vida.

Al analizar y comparar los resultados del *test* diagnóstico y los talleres de experimentación y *software*, fue posible observar cómo los estudiantes pasaron de no saber cómo diferenciar las ondas electromagnéticas y mecánicas, a que un gran porcentaje fuera capaz de diferenciarlas y además argumentar el porqué de su elección. Este punto muestra una gran diferencia ya que en el diagnóstico muchos fueron capaces de diferenciar las representaciones de ondas mecánicas y electromagnéticas, pero a la hora de explicar su elección un porcentaje realmente bajo lo pudo hacer, demostrando así que su elección, más que por conocimiento, fue por suerte.

Con respecto a los puntos de los *test* donde se pedía representar gráficamente la situación de 2 bandejas rellenas, una con agua y la otra con miel, siendo impactadas por una piedra la cual genera la perturbación que da origen a las ondas, pretendía dar conciencia de que las ondas son fenómenos de todos los días y que la observación es un elemento esencial en la ciencia. En las dos ocasiones en las que se planteó el escenario, la gran mayoría representó correctamente el fenómeno, demostrándoles así que las cosas que observamos día a día tienen su explicación.

El entendimiento de los conceptos relacionados con las ondas, como sus partes y características no fue del todo comprendido por los estudiantes, ya que estos se tratan de elementos más teóricos, aun así, dentro de los experimentos los estudiantes pueden señalarlas de forma correcta dentro del contexto solicitado, aunque tengan problemas para describirlas con propiedad. Aquí se puede observar una limitación de la actividad experimental, la cual obligatoriamente ha de tener una base teórica para su total entendimiento. Aunque el experimento sea una forma de llegar al conocimiento sin un estudio preliminar y significativo de las cosas, puede llegar a quedarse corto a la hora de ser una herramienta para la enseñanza.

Uno de los más importantes cambios en el saber de los estudiantes, fue el de comprender cómo se produce la voz y el sonido. En un principio los estudiantes atribuían la voz solamente al hecho de tener un órgano que la produce, pero no comprendían el trasfondo de esta, en sí, el origen del sonido. Con ayuda del experimento y el *software* se pudo demostrar cómo las vibraciones eran las perturbaciones que provocaban el sonido, el osciloscopio como herramienta tecnológica, y el transmisor de vibración generado con materiales caseros les enseñó de manera didáctica y comprensible como se presentaba este fenómeno, sin tener que dar largas y tediosas explicaciones.

Para el caso de los fenómenos ondulatorios, se presentaron en las tres ocasiones para su análisis. En primer lugar, hablando del fenómeno de la reflexión, en el *test* diagnóstico se presentó la situación del fenómeno del eco, con lo cual se pretendía conocer si estaban familiarizados con el término; infortunadamente muy pocos estudiantes relacionaron el fenómeno de la reflexión con el eco. Para la fase experimental, la máquina de ondas creada con implementos caseros pudo recrear con gran éxito el fenómeno de reflexión, mostrando muy claramente a los estudiantes lo que se produce al chocar una onda. Finalmente, en la fase de aplicación del *software*, el fenómeno de reflexión fue aún más comprensible, ya que al interactuar con el programa y probarlo en distintos ángulos, se pudo observar algo que para la máquina de ondas estaba limitado, lo cual era los ángulos de incidencia y reflexión, conceptos claves dentro de este fenómeno. En segundo lugar, el fenómeno de la refracción, al igual que la reflexión fue presentado en primer lugar en un suceso de la vida diaria, en este caso, se presentó el escenario de cambio de medio del sonido del aire al agua. Al igual que sucedió con el anterior, este fenómeno no fue relacionado con el acontecimiento, dejándonos claro que no se tenía idea alguna de que se trataba. En la fase experimental se pidió la disposición de 2 fluidos en recipientes transparentes, para el caso, el agua y el aceite. Al depositar dentro de estos 2 fluidos se pudo observar de manera perfecta el

fenómeno de refracción que se trataba de explicar; la comprensión de este fue inmediata por parte de los estudiantes y con ayuda de un transportador se pudo comprobar la desviación por refracción. En el *software*, el fenómeno de refracción también fue plenamente identificado, pero en este caso, al contrario que la reflexión, el fenómeno era más claro y comprensible en la experimentación. En tercer y último lugar, el fenómeno de la difracción fue expuesto en las tres fases, con la particularidad de que en las tres se trataba del mismo escenario, la misma simulación. En la etapa diagnóstica se puso un esquema de cubeta de ondas en la que se debía dibujar cómo se propagarían las ondas a través de obstáculos, aquí un moderado porcentaje comprendía por sentido común cómo las ondas atravesaban los obstáculos, permitiéndoles así acercarse a la manera correcta de graficar la situación. En la etapa de experimentación, se usó una cubeta de ondas real, en donde con ayuda de varios objetos se pudo observar lo que en la realidad sucede al presentarse la situación, dándoles la experiencia necesaria a los estudiantes para comprender este fenómeno. Finalmente, el *software* simulaba de manera más comprensible este fenómeno, permitiendo así aclarar las dudas que pudieran haber quedado del experimento.

Resulta especialmente particular la interacción de los 3 métodos de enseñanza en el aprendizaje de los fenómenos ondulatorios. En primer lugar, para la reflexión fue una experiencia más completa el realizar la simulación por medio del *software*, ya que este les permitió observar elementos del fenómeno que a simple vista por método experimental no podían ser determinados con exactitud como los ángulos de incidencia y reflexión. En segundo lugar, la refracción encontró en la experimentación su mejor aliado a la hora de hacerse entender, ya que el experimento permitió desde todos los ángulos reconocer sus características. Por último, la difracción demostró que los 3 métodos pueden complementarse completamente, permitiendo con cada experiencia completar los puntos faltantes de los demás.

Por último, se intentó demostrar la eficacia del experimento y el *software* educativo en la enseñanza y aprendizaje del efecto Doppler. Para empezar con este punto, en el *test* diagnóstico se realizó la pregunta de relacionar el efecto Doppler con su definición, a lo cual muy pocos estudiantes respondieron acertadamente, esto ya que para llegar a este término debe haber un aprendizaje significativo, diciéndonos esto que deben tener conocimientos previos sobre la mecánica de ondas, cosa que quedó claro que no se había comprendido bien como se demostró en el resto del diagnóstico. Dentro del mismo diagnóstico se estableció el escenario tradicional de la sirena acercándose o alejándose, a lo que los estudiantes en un moderado porcentaje comprendieron la situación describiendo características particulares de la escena y del efecto Doppler, dándonos a entender que por experiencia comprenden cómo funciona la situación.

Dentro de la actividad experimental estuvo restringida la ejemplificación del efecto Doppler, debido a que la falta de espacio e implementos limitó su actividad. Por tal razón el *software* educativo tuvo la tarea de representar este fenómeno.

Sobre el papel, el *software* educativo cuenta con una gran ventaja para recrear y explicar comprensiblemente este fenómeno. Con la simulación desarrollada en el *software* educativo un moderado porcentaje de estudiantes fue capaz de recrear escenarios en los que un elemento sonoro va a mayor o menor velocidad del sonido, haciendo esto de manera autónoma ayudados únicamente de la simulación, debido a que lastimosamente el tiempo otorgado por la institución no fue suficiente para explicar a cabalidad este punto. A pesar de las limitaciones se puede inferir elementos importantes a partir de esta situación. En primer lugar, la simulación brindó una herramienta didáctica a los estudiantes, intuitiva lo cual permitió la autonomía en su aprendizaje, prescindiendo así del docente para desarrollar este punto. En segundo lugar y en contraposición al punto anterior, no siempre el *software* resulta fácil de manipular para algunas personas, esto indica que, en algunos casos, sin el acompañamiento adecuado, el *software* educativo puede resultar insuficiente e inservible a la hora de intentar cumplir su objetivo. Es una situación ambivalente en la cual la clave se encuentra en el manejo adecuado de las tecnologías.

CONCLUSIONES

A medida que se desarrolló el proyecto, muchos elementos destacaron y mostraron su eficacia en la labor de enseñar y aprender, sobre todo de una manera distinta. Para concluir el documento se presentarán primero las ventajas y debilidades del experimento y segundo, las ventajas y debilidades del *software* en la educación. Por último, se harán unas consideraciones finales sobre el papel de estas herramientas en la educación y a futuro, así como conclusiones sobre los estándares de educación del Ministerio.

Para empezar con el experimento, se observó dentro de la implementación que es un apoyo muy enriquecedor por su gran capacidad de sumergir dentro del fenómeno a quien lo manipula, es capaz de revelar por medio de la interacción y la observación de los elementos y el funcionamiento de diferentes sucesos. Además de ser un método muy didáctico, este fomenta la participación y discusión de los temas que representa o simula, ya que dentro de un trabajo grupal no todos los observadores que presencian el fenómeno encuentran las mismas cosas, permitiendo descubrir y a su vez crear nuevo conocimiento para el estudiante. Aunque en el ámbito escolar generalmente se encuentre limitado por disponibilidad de materiales al igual que de espacios, el experimento sigue siendo un pilar del conocimiento ya que la experiencia y la observación son las formas más primitivas de comprender las cosas y son válidas en todos los fenómenos del universo.

Además de las limitaciones expuestas anteriormente para el ámbito escolar, hay otras que impiden que el experimento sea un apoyo educativo completo, debido a que hay fenómenos, y esto no se limita solamente a la física, que poseen una escala o muy grande, o muy pequeña que no pueden ser recreados dentro de un ambiente tan limitado, como se pudo observar en el desarrollo del trabajo al tratar de recrear el efecto Doppler. Por otra parte, el experimento tiene que ser adaptado para ser adecuado dentro de un ambiente escolar, esto también dependiendo del curso al que se aplique, puesto que la manipulación de algunos implementos puede resultar perjudicial para la integridad de los estudiantes.

Dentro del ejemplo concreto de la enseñanza y aprendizaje del efecto Doppler, encontramos que el experimento como estrategia de enseñanza resulta ser muy útil a la hora de poder simular perfectamente los fenómenos relacionados con ondas, los cuales son fundamentales para la comprensión total de este. Aunque en sí, la enseñanza del efecto Doppler se vea limitada por el espacio necesario para que este fenómeno sonoro sea captado de una manera efectiva, los conceptos previos que le dan significancia a este efecto pueden ser plenamente comprendidos gracias a su uso.

Como una forma de reforzar las limitaciones de la estrategia del experimento, en el documento se presenta el *software* educativo como una herramienta que permite llenar los vacíos dentro de la comprensión de fenómenos recreados por el método experimental. La capacidad de simulación y recreación de escenarios reales con todas sus características dentro de un limitado espacio como lo es un ordenador, móvil o tableta, puede generar cierta ventaja al *software* educativo sobre el experimento, gracias a que además posee características únicas que permiten que las posibilidades dentro del mundo virtual sean infinitas. No hay que olvidar que, aunque el *software* educativo aventaje al experimento en algunas características, como ya se había mencionado previamente, el experimento es y será siempre el pilar del conocimiento y la manera más efectiva de comprender el mundo.

Aunque el *software* tenga posibilidades infinitas, no hay que olvidar que, como los demás apoyos educativos, este tiene sus limitaciones. Como grandes contradicciones del *software* es posible ver que aún no se desarrolla completamente una realidad virtual que posea completamente todas las variables del mundo real, ya que, aunque conozcamos gran parte de la realidad, aún quedan cosas por descubrir, y para esto el experimento está a la orden del día. Una limitación particular que sucedió en la implementación de este proyecto, fue la limitación de hardware que se presentó en los ordenadores, los cuales no fueron capaces de correr la simulación, y por lo tanto impidió el desarrollo completo de la actividad propuesta en el trabajo. Aunque hay una masificación actualmente de los implementos

electrónicos, dentro de algunos recintos escolares la disposición de ordenadores o elementos tecnológicos está limitada por su obsolescencia, impidiendo un avance real en la incursión de nuevas tecnologías dentro del aula de clase en algunos contextos específicos, como lo fue la institución educativa objeto del trabajo.

Aun así, para el caso de estudio, el *software* cumplió a cabalidad con el objetivo, pudiendo simular esquemáticamente los fenómenos que se querían mostrar. Su capacidad didáctica e interactiva proporcionó a los estudiantes una forma divertida y diferente de aprender sobre un fenómeno que dentro de los métodos tradicionales de enseñanza puede llegar a ser aburrido para el estudiante, como algunos de ellos lo mencionaron en la encuesta realizada al finalizar el proceso.

Como se señaló en algún punto de este texto, el *software* educativo puede llegar a considerarse una gran ventaja, así como puede convertirse en una herramienta inútil, esto depende del uso que se dé y de la instrucción y guía pertinente dentro del proceso en el que se esté haciendo uso de este. Por si solo pude darle autonomía de aprendizaje a los estudiantes y por sí solo puede confundirlos y perderlos del objetivo; es necesario llevarlos con precaución y en la justa medida de lo necesario.

A futuro es importante valorar la viabilidad de estos apoyos educativos. Por parte del experimento este siempre será un elemento valido e importante dentro de la generación y la enseñanza del conocimiento. Como se vio en el desarrollo del documento, el experimento refuerza conocimientos que sí solo son vistos de manera teórica son difíciles de comprender en su totalidad, así pues, este apoyo educativo se verá perpetuamente dentro de las aulas de clase. Por parte del *software* educativo, este tiene un amplio margen de mejora, y viendo la velocidad a la que avanza la tecnología se observará esta herramienta cada vez más involucrada dentro del aula de clase. A considerar, es importante mencionar el desarrollo de la realidad virtual, una tecnología que en este momento se encuentra en perfeccionamiento pero que promete ser una herramienta que además de divertir a las personas, puede llegar a usarse dentro del aula de clase como una herramienta más inmersiva dentro de cualquier tipo de fenómeno que pueda recrear.

Por otra parte, la metodología cooperativa Co-op Co-op elegida para el desarrollo del trabajo, basada en la propuesta de Kagan (1985), resulto además de muy útil, enriquecedora para los estudiantes. La distribución de los grupos de trabajo como se ejemplifica en la Imagen 17 dentro el capítulo de resultados y discusión, permitió a los estudiantes delegar tareas dentro de los grupos, entregándoles responsabilidades a cada uno de los estudiantes y haciendo que la evaluación grupal dependiera del trabajo de todos. Lo anterior, impulsó a los estudiantes a ser más dedicados en el trabajo con tal de cumplir los objetivos del equipo, lo que a su vez permitió que el conocimiento producto de las actividades propuestas, surgiera de manera más autónoma. De igual manera, la retroalimentación por medio de mapas mentales, permitió que se generara un consenso dentro de cada grupo para su presentación ante la clase, al igual que presentar este en el salón y el reforzar las clases con la intervención del docente fortaleció y resolvió las dudas que se pudieron tener al termino de las actividades. Como consideración a lo anterior, es oportuno precisar que la metodología cooperativa es muy útil para de generar un compromiso ante la clase a los estudiantes, lo que en definitiva es una gran ventaja a la hora de abordar algún tema o fenómeno y generar conocimiento. El otorgar un papel más protagónico a los estudiantes, reduce la carga del docente y hace más fácil su labor, con lo cual orientará y resolverá dudas de manera eficaz.

Como resultado del proceso, el conocimiento sobre ondas y el efecto Doppler en los estudiantes tuvo una amplia mejoría, como queda evidenciado si se comparan los resultados del *test* introductorio y los resultados de las actividades realizadas. No es posible precisar la diferencia entre el desarrollo convencional de las clases y el propuesto en este trabajo, pero es posible asegurar que, como fue constatado en la encuesta realizada, la propuesta de enseñanza desarrollada fue ampliamente aprobada

por los estudiantes, lo que demostró que hacer las clases de manera más dinámica y usando diferentes herramientas y apoyos además de solamente la pizarra resulta efectivo a la hora de enseñar y de aprender.

El desarrollo de este trabajo demostró que los estándares de educación del Ministerio son difíciles de desarrollar en su totalidad, ya que de la manera en que son propuestos, establecen logros que para conseguirlos necesitan de un desarrollo bastante extenso a lo largo del curso académico. Aunque el trabajo de experimentación y uso del *software* consiguió aclarar los fenómenos a los estudiantes introduciendo conceptos nuevos y enseñándole sus funcionamientos, no se alcanzó a llegar al nivel de establecer relaciones entre las características de las ondas, comprender el principio de conservación de energía en la propagación de las ondas que cambian de medio o explicar aplicaciones de las ondas estacionarias en el desarrollo de instrumentos musicales. Para poder alcanzar las exigencias del Ministerio, el desarrollo de la física en niveles de la educación básica y media como lo propuso este, es vital. El Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, hace pocos años inicio con esta práctica, pero aún no ha sido correctamente aplicada, esto se ve demostrado en el conocimiento manifestado por los estudiantes en el *test* introductorio, los cuales carecían de bases en la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

- Altarejos Masota, F. (s.f.). *Experiencia científica y conocimiento humano*.
- Barbosa Norbis, L. (s.f.). *Software Educativo: su potencialidad e impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje, ¿aliado o adversario del profesor?* Obtenido de <https://tecnologiaaplicadaneza2.wikispaces.com/file/view/1.2%20Software%20Educativosu%20potencialidad%20e%20impacto.pdf/353002066/1.2%20Software%20Educativosu%20potencialidad%20e%20impacto.pdf>
- Barrera Osorio, F., Maldonado, D., & Rodríguez, C. (2012). *Calidad de la educación básica y media en Colombia: Diagnóstico y propuestas* (Vol. 126). Bogotá: Universidad del Rosario. Obtenido de http://www.urosario.edu.co/urosario_files/7b/7b49a017-42b0-46de-b20f-79c8b8fb45e9.pdf
- Bernal, & Santamaría. (2011). *Actividades experimentales con enfoque colaborativo: uso de herramientas computacionales para el aprendizaje del Efecto Doppler*. Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Física, Bogotá.
- Cabero Almenara, J. (Febrero de 1996). Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *EDUTEC. Revista electrónica de tecnología educativa*(1). Recuperado el Febrero de 2016, de <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/download/576/305>
- Castro Sánchez, A., & Ramírez Gómez, R. (Julio-Diciembre de 2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amazonia investiga*, 2(3), 30-53. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/amazonia-investiga/article/download/31/29>
- Cázares Méndez, A. G. (Julio-Diciembre de 2014). La actividad experimental en la enseñanza de las ciencias naturales. un estudio en la escuela normal del estado de México. *Ra Ximhai*, 10(5), 135-148. Recuperado el Febrero de 2016, de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46132134009.pdf>
- Ferro Soto, C., Martínez Serna, A. I., & Otero Neira, M. C. (Julio de 2009.). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*(29). Recuperado el Febrero de 2016, de http://ecaths1.s3.amazonaws.com/ticeducacionsuperior/788871931.ART_1_Ventajas%20TICS.pdf
- Gómez Gutiérrez, J. L. (2007). Aprendizaje Cooperativo: Metodología didáctica para la escuela inclusiva. *Temas de desarrollo del Carácter Propio*, 5-66.
- González Piedrafita, D. (s.f.). *El método experimental en las clases de Ciencias Naturales. Su utilidad en la Escuela Especial*. Facultad de educación infantil. ISPEJV.
- Guatta, A. (2008). *La importancia de la experimentación en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales*. Córdoba, Argentina: Colegio cinco ríos.

- Guerra Azócar, M. (2009). Aprendizaje cooperativo y colaborativo, dos metodologías útiles para desarrollar habilidades socioafectivas y cognitivas en la sociedad del conocimiento. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos66/aprendizaje-colaborativo/aprendizaje-colaborativo.shtml>
- Jaime Más, L. (2014). *Enseñanza de las ciencias a través de la experimentación*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- James, J., Beaton, B., Csete, J., & Vogel, D. (2003). Mobile educational games. (D. Lassner, & C. McNaught, Edits.) *Proceedings of ED-MEDIA*, 801-802.
- Klopfer, E., & Yoon, S. (2005). Developing Games and Simulations for Today and Tomorrow's Tech Savvy Youth TechTrends. *Linking Research & Practice to Improve Learning*, 49(3), 33-41.
- Ladino Martínez, L. M., & Fonseca Albarracín, Y. I. (2010). Propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico. *Orinoquia*, 14(2), 203-210. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14n2/v14n2a10.pdf>
- Malagón Sánchez, J. (2009). *Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones de la enseñanza de la física*. Bogotá: Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional.
- Melo Figueroa, C. A., & Silva Giraldo, G. D. (s.f.). *Enseñanza de las ciencias naturales – química en educación básica secundaria desde el enfoque pedagogía conceptual*.
- Ministerio de Educación Nacional. (Junio-Julio de 2004). Cómo formar científicos sociales y naturales. *Altablero*(30). Recuperado el Marzo de 2016, de <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87437.html>
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estandares Basicos de Copetencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional. (Enero-Marzo de 2006). Impulsar y sostener la calidad educativa. *Altablero*(38). Recuperado el Febrero de 2016, de <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-107406.html>
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Portafolio de modelos educativos*. Bogotá: Gobierno Nacional.
- Moreno, J. (Diciembre de 2010). Uso de juegos digitales educativos como herramienta de soporte para el aprendizaje de algoritmos. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, 8(3). Obtenido de <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/18041/10628>
- Moya López, M. (Diciembre de 2013). De las TICs a las TACs: la importancia de crear contenidos educativos digitales. *Didáctica, Innovación y Multimedia (DIM)*(27). Obtenido de <http://dim.pangea.org/revistaDIM27/docs/AR27contenidosdigitalesmonicamoya.pdf>
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). *PNUD presentó informe sobre calidad de la educación en Bogotá*. Bogotá: Naciones Unidas. Obtenido de

- <http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/presscenter/articles/2015/07/07/pnud-present-informe-sobre-calidad-de-la-educaci-n-en-bogot-.html>
- Quero, M. (2006). *CONTENIDOS EDUCATIVOS DIGITALES: Qué son, cómo y por qué emplearlos, su creación, modos y formas para su uso....* Obtenido de <http://reddigital.cnice.mec.es/6/Panoramica/docs/panoramica.pdf>
- Sandoval Osorio, S., Ayala Manrique, M. M., Malagón Sánchez, J. F., & Tarazona Vargas, L. (2006). *El experimento en enseñanza de las ciencias como una forma de organizar y ampliar la experiencia*. Bogotá: Grupo Física y cultura. Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional.
- Tamayo. (2008). *Apoyo didactico a un curso de acustica a través de analizador de señales audibles*. Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Física, Bogotá.
- Tamayo Durango, H. G. (2013). *Diseño de guia de ciencias naturales para el grado sexto de básica secundaria, dirigida para docentes y basada en el desarrollo de competencias*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/11593/1/42827924.2014.pdf>
- Ubaque Brito, K. Y. (Noviembre de 2009). Experimento: Una herramienta fundamental para la enseñanza de la física. *Gondola*, 4(1), 35-40.
- Universidad Politécnica de Madrid, Servicio de Innovación Educativa. (2008). *Aprendizaje Cooperativo: Guías rápidas sobre nuevas metodologías*. Madrid.
- Vargas, & Ramírez. (2005). *Hacia una construccion y comprensión de la acústica*. Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Física, Bogotá.
- Vásquez Mariño, I. (2013). *Integrar herramientas digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje b-learning en ELE*. Francia: Universidad de Lille.
- Zamora , F. (2015). *Importancia de las herramientas digitales para la educación*.

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO 1: Guía previa Unidad 1.....	60
ANEXO 2: Guía previa Unidad 2.....	62
ANEXO 3: Guía previa Unidad 3.....	64
ANEXO 4: Test preliminar de diagnóstico.	66
ANEXO 5: Guía formación de ondas, actividad 1	69
ANEXO 6: Guía ondas periódicas, actividad 2	71
ANEXO 7: Guía ondas transversales y longitudinales, actividad 3	72
ANEXO 8: Guía de reflexión, actividad 4	74
ANEXO 9: Guía de refracción, actividad 5	75
ANEXO 10: Guía de difracción, actividad 6.....	77
ANEXO 11: Guía naturaleza del sonido, actividad 7.....	80
ANEXO 12: Guía características del sonido, actividad 8	82
ANEXO 13: Guía de velocidad del sonido, actividad 9.....	84
ANEXO 14: Taller de la simulación	86
ANEXO 15: Guía de resultados <i>test</i>	88
ANEXO 16: Guía de resultados formación de ondas, actividad 1	96
ANEXO 17: Guía de resultados ondas periódicas, actividad 2	98
ANEXO 18: Guía de resultados ondas transversales y longitudinales, actividad 3	100
ANEXO 19: Guía de resultados de reflexión, actividad 4	101
ANEXO 20: Guía de resultados de refracción, actividad 5.....	103
ANEXO 21: Guía de resultados difracción, actividad 6	105

ANEXO 1: Guía previa Unidad 1

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Guía: Unidad 1

Ondas

¿Qué es una Onda?

Son muchas las formas con las cuales las ondas se presentan en el mundo; por ejemplo, los sonidos nos llegan gracias a las ondas, también las imágenes. Si usamos una alarma para despertarnos en la mañana, nos llegan ondas sonoras y al abrir los ojos para levantarnos, nos llegan ondas de luz.

Existen dos tipos de ondas: las mecánicas que necesitan un medio para propagarse y las ondas electromagnéticas que no necesitan un medio.

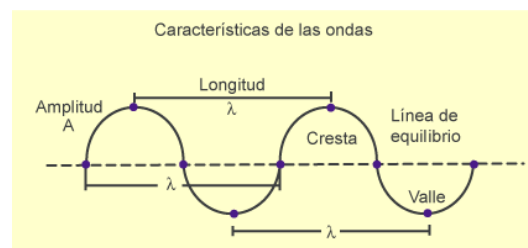
En el agua se forman ondas mecánicas, por ejemplo, en un estanque con la punta del dedo o tirando piedrecillas, agitamos la superficie del agua y observamos lo que se produce. La agitación que se genera en el agua y que transmite la onda, la llamamos perturbación. Si hacemos periódica la perturbación, por ejemplo, pulsando suavemente con nuestro dedo la superficie, primero hacia abajo y luego hacia arriba, de manera rítmica, varias veces, se forman crestas y depresiones, también periódicas; el resultado son ondas circulares. Si utilizamos una varilla o barra horizontal para perturbar la superficie del agua, se forman ondas planas. Si colocamos en un estanque una pequeña barrera o muro con dos orificios, las ondas alcanzan la barrera y pasan por los dos orificios, formando no ya una sino dos ondas circulares que al superponerse componen una onda más grande.



Propagación de una onda en el agua. Tomado de: <http://museovirtual.csic.es>

Todas las ondas mecánicas requieren:

- Alguna fuente que cree la perturbación.
- Un medio en el que se propague la perturbación
- Cuando agitamos un lazo de arriba hacia abajo, podemos observar que se forman ondas, estas ondas tienen unos elementos, la parte superior del lazo se le llama *cresta*, la parte inferior se llama *valle*, el máximo alejamiento de cada partícula de un medio perturbado se le llama *amplitud*, la distancia que hay entre cresta y cresta, o valle y valle se llama *longitud de Onda* (λ) el tiempo transcurrido en el cual una onda recorre una distancia



la
en

la distancia que hay entre cresta y cresta, o valle y valle se llama *longitud de Onda* (λ) el tiempo transcurrido en el cual una onda recorre una distancia

igual a una longitud de onda se llama *periodo*, el número de oscilaciones (movimiento repetido de un lado a otro en torno a una posición central) completas que realiza una onda en un determinado tiempo se define como *frecuencia* que matemáticamente se puede escribir $f = \frac{1}{T}$ y el tiempo que emplea una onda completa en pasar a un observador en reposo es la *velocidad de la onda* que se escribe matemáticamente $V = \frac{\lambda}{T}$.

Clasificación según la dirección de movimiento de las partículas.

Está basado en la dirección de oscilación de las partículas del medio con respecto a la dirección de propagación de la onda.

- **Ondas Longitudinales:** son aquella onda en la que el movimiento de oscilación de las partículas del medio es paralelo a la dirección de propagación de las ondas. Un ejemplo son las ondas hechas en con un resorte, comprimiéndolo y luego soltándolo, el sonido es una onda longitudinal, el temblor también cuando se trasmite dentro de la tierra, entre otras.



Onda Longitudinal. Tomado de: Física II Santillana

- **Ondas Transversales:** se caracterizan porque las partículas del medio se mueven perpendicularmente a la dirección de propagación de las ondas. Por ejemplo, las realizadas con una cuerda.

ANEXO 2: Guía previa Unidad 2

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Guía: Unidad 2

Fenómenos Ondulatorios

Las propiedades de las ondas se manifiestan a través de una serie de fenómenos que constituyen lo esencial del comportamiento ondulatorio. Así, las ondas rebotan ante una barrera, cambian de dirección cuando pasan de un medio a otro, suman sus efectos de una forma muy especial y pueden rodear obstáculos o bordear las esquinas.

- **Reflexión de ondas** Es el cambio en la dirección o sentido de propagación de una onda cuando llega a un obstáculo grande comparándola con su longitud de onda, sin cambiar de medio. Un ejemplo de ello es el eco producido por el choque de las ondas sonoras con las montañas, edificio e inclusive las paredes de un cuarto vacío.



Ilustración 1: Reflexión de ondas. Tomado de: <https://i.ytimg.com>

- **Refracción de Ondas** Es el cambio en la dirección y la velocidad de propagación de una onda cuando pasa de un medio a otro. Por ejemplo: si el sonido pasa del aire al agua, se produce un cambio en la dirección de propagación y velocidad

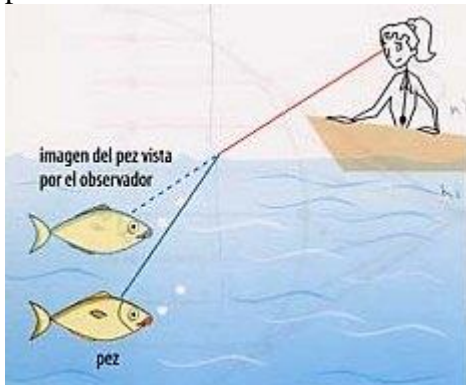


Ilustración 2: Refracción de ondas. Tomado de: <http://www.monografias.com>

- **Difracción de Ondas** El fenómeno de difracción tiene lugar cuando un movimiento ondulatorio encuentra un obstáculo cuyas dimensiones son comparables a la longitud de onda. El resultado es que la onda se aparta de su propagación rectilínea y se extiende sobre los objetos interpuestos. Esta propiedad es la que permite a las ondas "doblar las esquinas", es por esto que podemos oír la conversación de dos personas a la vuelta de una esquina o detrás de un muro.

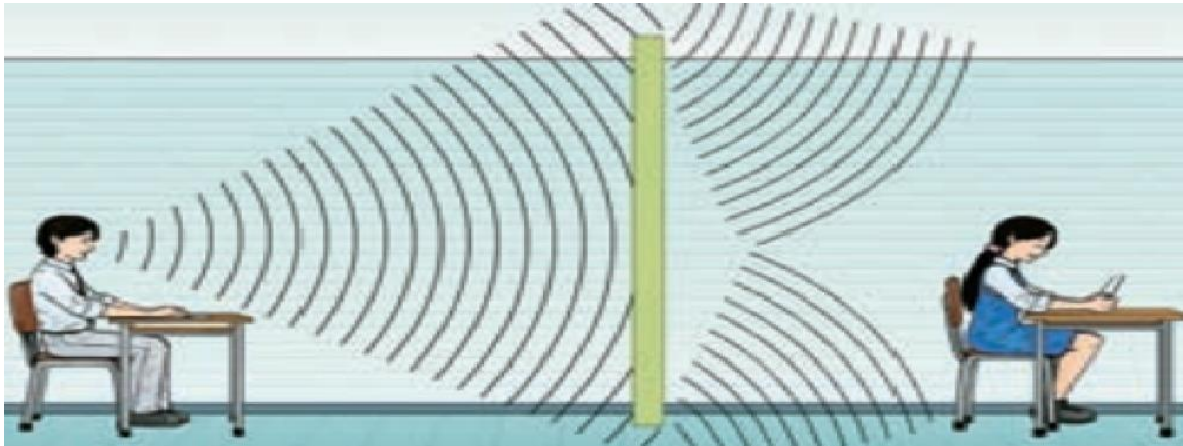


Ilustración 3: Difracción de ondas. Tomado de: <http://3.bp.blogspot.com>

- **Superposición e Interferencia de Ondas** El fenómeno de interferencia ocurre cuando dos movimientos coinciden en un mismo lugar o región. Por ejemplo, supongamos que en los extremos de una cuerda larga producimos dos pulsos con las mismas características, que se propagan en direcciones contrarias. Al inicio, ambos pulsos que se mueven independientes uno al otro. Pero llega un momento en los que los dos pulsos se encuentran en la misma parte de la cuerda, como ambos tratan de desplazar la cuerda en direcciones perpendicular a ella, resulta que, al superponerse los dos pulsos se refuerzan formando un pulso de mayor amplitud. Decimos entonces que se ha producido una superposición o interferencia de ondas. Un hecho interesante es que los pulsos continúan propagándose en direcciones opuestas, sin sufrir modificaciones después de haber interferido. Pero si ahora tomamos los mismos pulsos, pero ahora uno hacia arriba y otro hacia abajo, propagándose en direcciones contrarias, cuando ambos pulsos se encuentran en el mismo lugar crean un pulso de menor amplitud, y luego los pulsos continúan propagándose en direcciones opuestas.

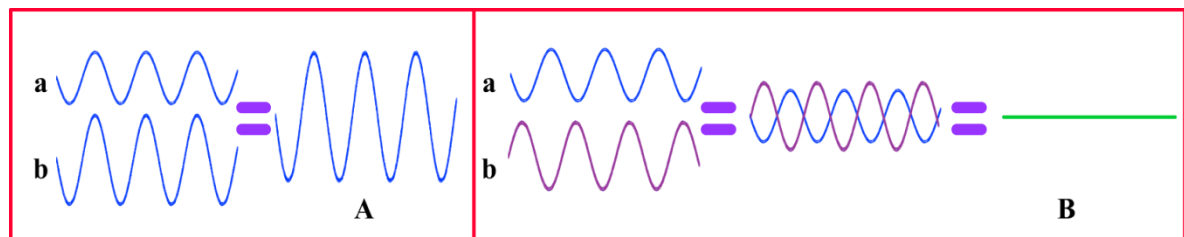


Ilustración 4: Interferencia de ondas. Tomado de: *Elaboración propia*

Bibliografía

- <http://www.bdigital.unal.edu.co/9386/1/1067847370.%202013.pdf>

ANEXO 3: Guía previa Unidad 3

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA
PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Guía: Unidad 3

El sonido:

Al golpear un objeto, se producen vibraciones que, al llegar a los oídos, se transforma en sonido. El sonido es una forma de energía, llamada energía sonora, que se produce cuando un cuerpo vibra.

La energía sonora se transfiere de un objeto en vibración a nuestros oídos. Así es como oímos. Un objeto tiene que vibrar para que se pueda oír un sonido. Este objeto en vibración se denomina la fuente. Luego, la energía procedente de la fuente en vibración se transfiere a través de un medio. El medio es la sustancia a través de la cual se mueve la energía sonora. Finalmente, el sonido llega al oído. La energía se trasfiere al tímpano y el oído vibra. Estas vibraciones envían un mensaje al cerebro y oímos el sonido. El sonido puede viajar a través de solidos líquidos o gases.

¿Cómo funciona nuestro oído?

La energía que lleva una onda sonora es muy baja y se mide en decibelios.

Cuando el sonido es demasiado alto, a cierto nivel de decibelios el sonido puede ser perjudicial para la salud, y se vuelve peligroso.

Para tener una idea de cuándo el sonido se vuelve peligroso, te damos aquí medidas de energía sonora:

Respiración normal = 10 decibelios

Conversación normal = 60 decibelios

Tráfico normal y fluido = 80 decibelios

Sonido peligroso = 120 decibelios



Al alcanzar los 120 y pasar de esta medida de decibelios, el sonido se considera perjudicial porque origina una contaminación acústica. El sonido se denomina ruido cuando es desagradable.

Intensidad y tono

Las cualidades del sonido son intensidad y tono. Según la intensidad, los sonidos pueden ser fuertes, como los sonidos de los morteros, y débiles como la voz baja. Según el tono, los sonidos pueden ser agudos, como la voz de los niños y las mujeres, y graves como la voz de los hombres.

El timbre

Si el tono permite diferenciar unos sonidos de otros por su frecuencia, y la intensidad los sonidos fuertes de los débiles, el timbre completa las posibilidades de variedades del arte musical desde el punto de vista acústico, porque es la cualidad que permite distinguir los sonidos producidos por los diferentes instrumentos.



Bibliografía

- <https://luisamariaarias.wordpress.com/cono/tema-4-la-energia/o-son/>

ANEXO 4: Test preliminar de diagnóstico.

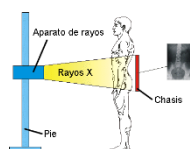
INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Test

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

1. Señala con un color las Ondas Mecánicas y con otro color las Ondas electromagnéticas y explica porque crees que son ondas electromagnéticas y/o mecánicas.



2. Unir los términos con el concepto que más se relacione.

Efecto Doppler

Timbre

Frecuencia

Tono

Interferencia

Intensidad

- Describe si es grave o agudo un sonido.
- Fenómeno que describe la superposición de 2 ondas.
- Distingue los sonidos emitidos por dos fuentes diferentes aun cuando tengan el mismo tono y la misma intensidad.
- Es la energía que transporta a través de un medio u otro dependiendo de la fuente sonora, permite diferenciar los sonidos fuertes de los sonidos débiles y se mide en “dB”.
- Magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo.
- Efecto debido al movimiento relativo entre la fuente emisora de las ondas y el receptor de las mismas.

3. Se tiene dos bandejas de igual tamaño, un de ellas tiene miel y la otra tiene agua. Se sueltan dos piedras a intervalos iguales de tiempo en cada bandeja, simultáneamente se le toma fotografías a cada bandeja. ¿Cuál podría ser la mejor ilustración de las formas de las ondas generadas en las superficies de los dos fluidos?

Agua	Miel
------	------

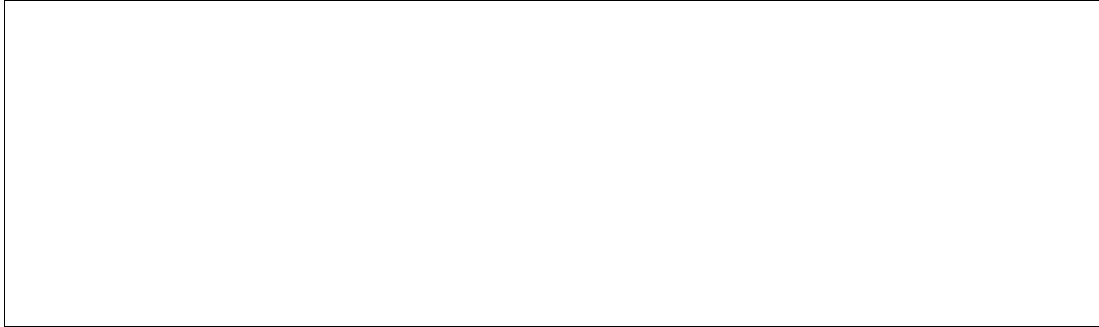
4. ¿Crees que el sonido necesite de algún medio para ser escuchado? Explica.

5. ¿Existirá relación entre un temblor y el sonido?

6. ¿Por qué en los auditorios bien contruidos se escucha muy bien al ponente desde el escenario?

7. ¿Sabes cómo se produce tu voz?

8. Dos amigas fueron a piscina una de ellas está tomando el sol y la otra fue a nadar un rato. La que estaba tomando el sol fue a llamar a su amiga para que saliera de la piscina para almorzar juntas. Dibuja como viaja la voz de la chica que estaba tomando el sol que está totalmente sumergida para que la onda llegue hasta el receptor.

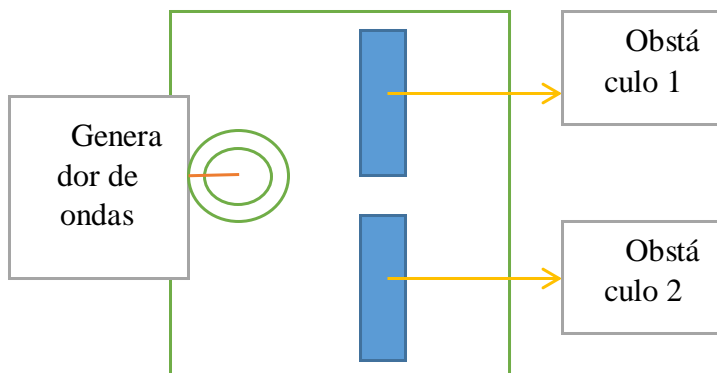


9. ¿Por qué los perros perciben sonido que nosotros no?

10. ¿Cómo sabes que una ambulancia se acerca o se aleja de ti al pasar por la derecha la izquierda, por el frente o detrás?

11. ¿Por qué existe el fenómeno del eco?

12. Dibuja como se propagan las ondas en la siguiente imagen



ANEXO 5: Guía formación de ondas, actividad 1

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

**Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA
PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER**

Unidad: Propagación de las ondas

Subtema: Formación de las ondas

Objetivo fundamental: Establecer relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.

Objetivo de la guía: Determinar el origen y la causa de las ondas.

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Teniendo en cuenta el video responda:

5. Defina con sus propias palabras ¿Qué es una onda?

6. ¿Cuáles son los dos tipos de ondas? ¿Cuáles son sus características?

7. ¿Cuál es la diferencia de las ondas unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales? Ejemplifíquelas mediante un dibujo

8. Hacer un mapa mental sobre lo aprendido del video.

ANEXO 6: Guía ondas periódicas, actividad 2

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA
PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Unidad: Propagación de las ondas

Subtema: Ondas periódicas

Objetivo fundamental: Establecer relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.

Objetivo de la guía: Identificar las características de una onda.

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Materiales:

Para esta práctica se requiere:

- 5 hojas tamaño carta
- 1 marcador o esfero
- 1 cronometro
- cinta

Procedimiento:

1. Una las 5 hojas tamaño carta con la cinta de tal manera que quede una sola hoja grande.
2. Con un compañero, deslice suavemente el papel mientras el otro compañero mueve el marcador de arriba hacia abajo sobre el papel, cronometre el tiempo de dibujo.
3. Repite este procedimiento 3 veces con diferentes velocidades.

Responde:

1. En el dibujo resultante señale las características de la onda y defina cada una de estas.
2. Calcular la frecuencia para cada uno de los intentos con la siguiente ecuación

$$f = \frac{\text{Cantidad de ciclos}}{\text{tiempo}}$$

3. Calcular el periodo para cada uno de los intentos con la siguiente ecuación

$$T = \frac{1}{f}$$

Con el experimento anterior podemos decir que la frecuencia es

_____ y el
periodo_____

ANEXO 7: Guía ondas transversales y longitudinales, actividad 3

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional

**EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA
PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER**

Unidad: Propagación de las ondas

Subtema: Ondas periódicas

Objetivo fundamental: Establecer relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.

Objetivo de la guía: Reconocer la diferencia entre ondas transversales y ondas longitudinales.

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Materiales

- Slinky

Procedimiento

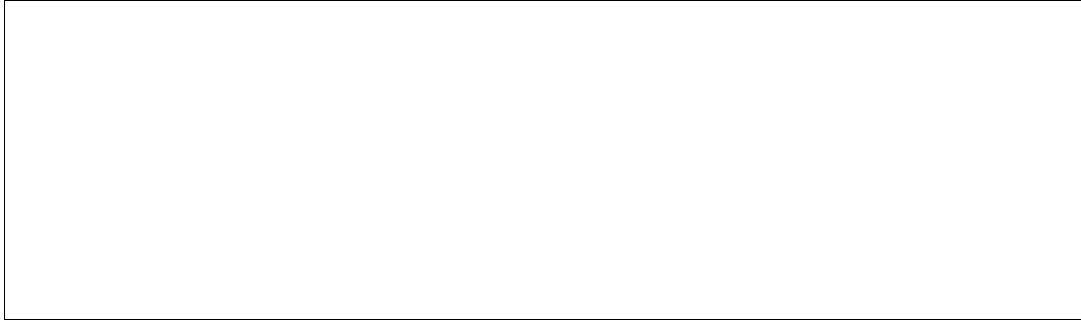
1. Juega con el Slinky, según las instrucciones del profesor.

Responde:

1. ¿Qué forma realiza el Slinky cuando se mueve verticalmente? Dibújalo



2. ¿Qué forma realiza el Slinky cuando se mueve horizontalmente? Dibújalo

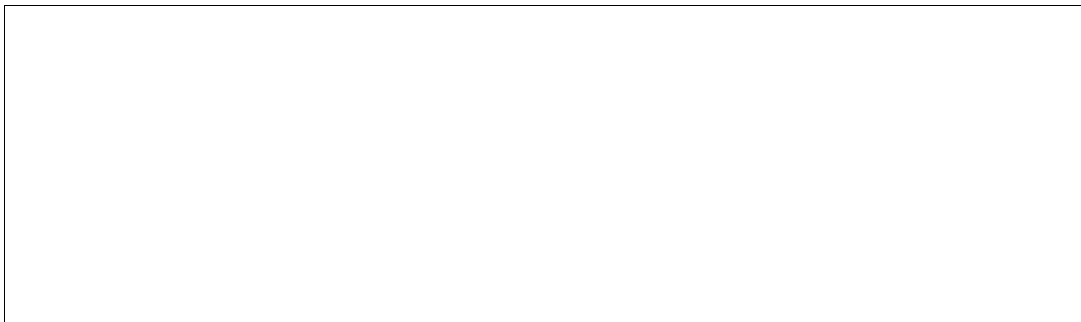


3. ¿Qué diferencia hay entre los dos movimientos? Explica

4. Da un ejemplo de la vida cotidiana donde se pueda dar cuenta una onda longitudinal.
Dibújalo.



5. Da un ejemplo de la vida cotidiana donde se pueda dar cuenta una onda transversal.
Dibújalo.



ANEXO 8: Guía de reflexión, actividad 4

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Unidad: Fenómenos ondulatorios

Subtema: Reflexión de ondas

Objetivo fundamental: Establecer relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.

Objetivo de la guía: Analizar el fenómeno de reflexión de una onda.

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Materiales

1 Maquina de ondas

Procedimiento

- Con ayuda de un compañero sostener la máquina de ondas, cada uno de un extremo.

Observa:

1. ¿Qué ocurre cuando se tuerce el caucho?

2. ¿Qué figura forma?

3. ¿Qué pasa al llegar al otro lado?

4. ¿Qué pasa si generas dos ondas en sentido contrario?

5. ¿Cuál es la fuente de este efecto? Explique porque

6. ¿se puede considerar que usted es la fuente de este efecto? Justifique su respuesta

ANEXO 9: Guía de refracción, actividad 5

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA
PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Unidad: Fenómenos ondulatorios

Subtema: Refracción de ondas

Objetivo fundamental: Establecer relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.

Objetivo de la guía: Determinar la diferencia de la refracción de ondas en diferentes medios.

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Materiales

2 Vaso transparente

Aceite

Agua

2 Objetos (Lápiz, marcador, etc.)

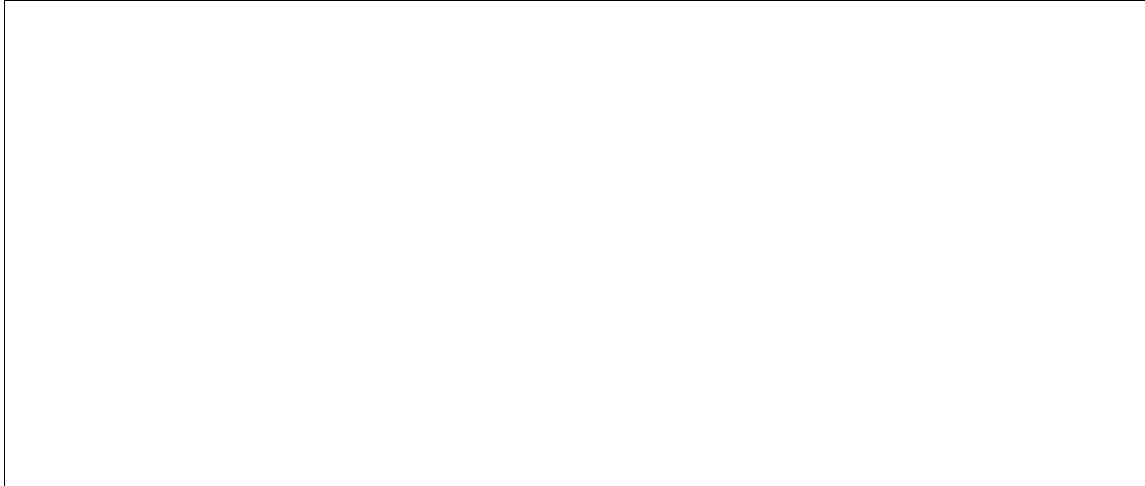
Transportador

Procedimiento

1. Llenar hasta la mitad de uno de los vasos transparentes agua y en el otro aceite.
2. Colocar el objeto en uno en cada uno de los recipientes.

Responder:

1. ¿Que se observa?
2. Con ayuda de un transportador determine cuál es el ángulo de los objetos en cada sustancia.
 $\theta_{\text{agua}} =$
 $\theta_{\text{aceite}} =$
3. Realice un dibujo de lo observado



4. Explique con sus propias palabras porque sucede este fenómeno

5. Da un ejemplo de la vida cotidiana donde podamos dar cuenta de este fenómeno con ondas mecánicas.

ANEXO 10: Guía de difracción, actividad 6

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA
PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Unidad: Fenómenos ondulatorios

Subtema: Difracción

Objetivo fundamental: Establecer relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.

Objetivos de la guía:

- Analizar las interacciones que se produce al juntarse varias ondas.
- Comprender el comportamiento de las ondas frente a obstáculos identificando el fenómeno de difracción.

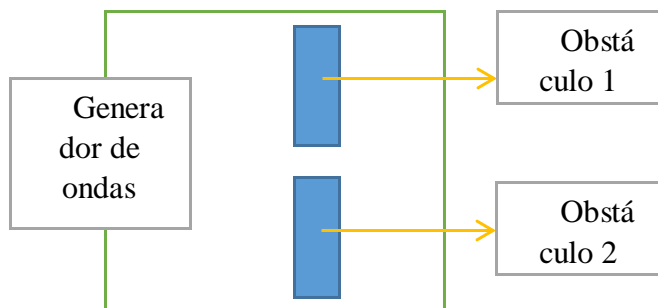
Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Materiales

Cubeta de ondas

Procedimiento

1. Coloca un obstáculo grande en el centro de la cubeta luego prende en generador de ondas. Realiza el mismo procedimiento anterior pero ahora con el obstáculo pequeño.
2. Coloca dos obstáculos pequeños y deja entre ellos una abertura de 10 cm, y genera ondas en forma periódica. como lo muestra la siguiente imagen



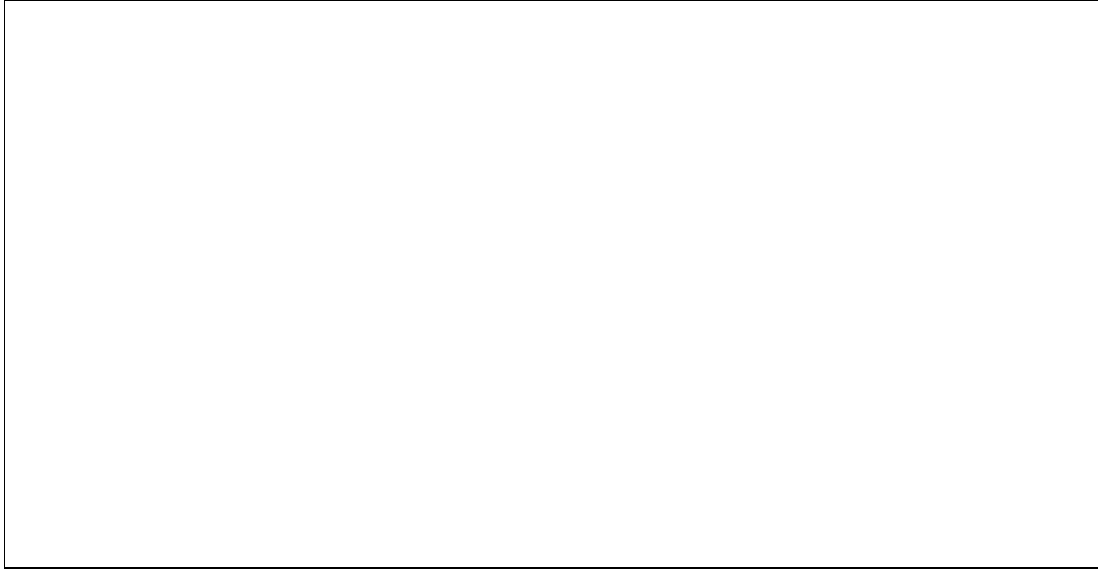
Desarrolla:

1. Dibujar lo observado

Obstáculo Grande
Obstáculo pequeño
Dos obstáculos

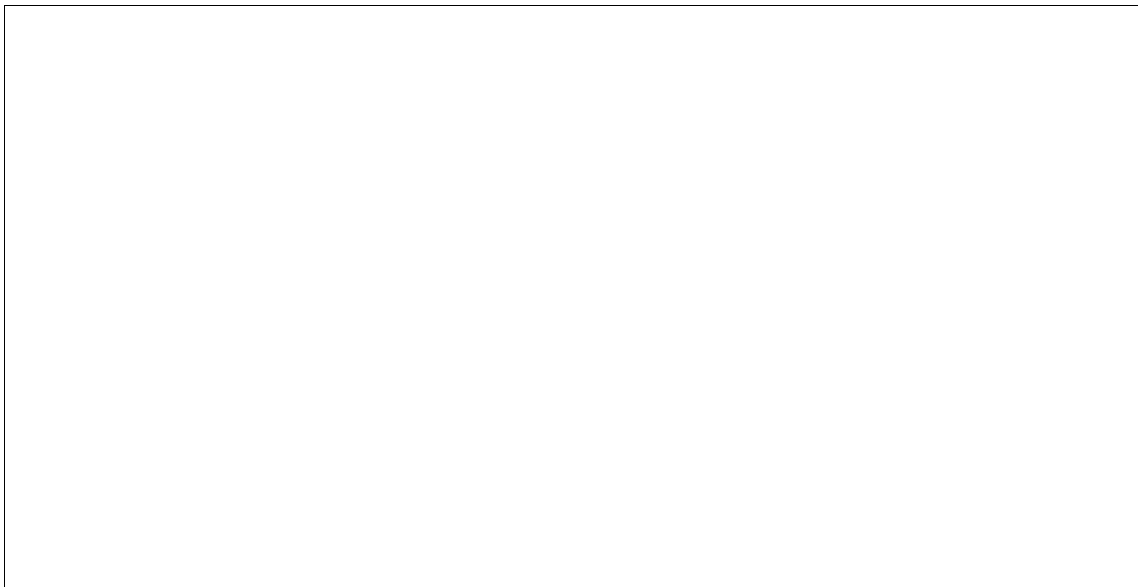
2. Que explicación le da a lo que observa

3. ¿Qué pasa si colocamos un tercer obstáculo? Explica tu respuesta y realiza un dibujo.



4. Qué ocurre si en vez de utilizar el generador de ondas utilizamos una regla para generarlas

5. ¿Qué pasa si dos ondas con diferente amplitud se generan al tiempo? Realiza un dibujo



ANEXO 11: Guía naturaleza del sonido, actividad 7

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Unidad: Sonido

Subtema: Naturaleza del Sonido

Objetivo fundamental: Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación.

Objetivos de la guía:

- Determinar el origen y la causa del sonido.
- Observar el comportamiento de las ondas sonoras.

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Materiales

- 1 Vaso
- 1 Globo
- Láser
- Parlante o diapasón
- 1 Caucho
- Cinta
- 1 Espejo pequeño

Procedimiento

1. Con el vaso, el globo y el caucho hacer un tambor, pegar el espejo en el globo.
2. Golpea el diapasón (o prende el parlante según se tenga), acercar el diapasón al vaso.
3. Apuntar con el láser al espejo, observar que pasa con el láser.

Teniendo en cuenta el video responda:

1. ¿Cómo se produce y como se transmite el sonido?

2. Diferencia entre sonido y ruido

3. El sonido se propaga a mayor velocidad por un medio

4. ¿El oído humano percibe todos los sonidos? Explique

5. Las ondas sonoras se transmiten a través del _____

Teniendo en cuenta el experimento responde:

6. ¿Qué observaste cuando sostuviste el diapasón cerca del tambor?

7. ¿Por qué crees que pasó eso?

8. ¿Cuál es el emisor del sonido?

9. ¿Cuál es el receptor del sonido?

10. Escribe una conclusión

ANEXO 12: Guía características del sonido, actividad 8

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

**Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA
PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER**

Unidad: Sonido

Subtema: Características del Sonido

Objetivo fundamental: Explico las aplicaciones de las ondas estacionarias en el desarrollo de instrumentos musicales.

- **Objetivo de la guía:** Reconocer y explicar experimentalmente los fenómenos sonoros aplicando las propiedades de las ondas, alcanzando el concepto de timbre, tono e intensidad.

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Materiales

- Oscilador Virtual
- Instrumento musical

Procedimiento

1. Observa cómo se ven las voces de 3 compañeros cuando dicen la letra “a”, con el osciloscopio.
2. Observa la imagen que muestra el osciloscopio al hacer sonar el instrumento musical de manera fuerte y suave.
3. Observa la imagen que muestra el osciloscopio al hacer sonar el instrumento musical de al tocar la nota de “C” y “A”.

Responde las siguientes preguntas:

1. ¿Qué diferencia encontraste al escuchar las voces de tus compañeros?

2. ¿A qué característica del sonido asocias a este comportamiento?

3. ¿Qué diferencia encontraste al ver la imagen del sonido fuerte y débil?

4. ¿A qué característica del sonido asocias a este comportamiento?

5. ¿Qué pudiste observar en las dos notas musicales?

6. ¿A qué característica del sonido asocias a este comportamiento?

7. ¿Qué es intensidad y cómo pueden ser los sonidos según ésta?

8. ¿Qué es el tono y cómo pueden ser los sonidos según él?

9. ¿Qué es el timbre?

10. ¿Qué es la duración y cómo pueden ser los sonidos según ésta?

11. Al volumen de un sonido se le llama

ANEXO 13: Guía de velocidad del sonido, actividad 9

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional
EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Unidad: Propagación de las ondas

Subtema: Ondas periódicas

Objetivo fundamental: Establecer relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.

Objetivo de la guía: Relacionar el tiempo que tarda en escucharse una onda y el tiempo en que se produce, para así tener una idea acerca de la rapidez del sonido.

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Materiales

- ✓ Una cinta métrica
- ✓ Dos piedras
- ✓ Un cronómetro

Procedimiento

1. Uno de sus compañeros tome las dos piedras y el otro el cronómetro.
2. Con ayuda la cinta métrica ubicarse a 20m aproximadamente de su compañero.
3. El estudiante que tiene las dos piedras puede chocarla entre si generando un sonido.
4. El estudiante que tiene el cronómetro debe tomar el tiempo en el que observa cuando su compañero choca las piedras y cuando escucha el sonido.
5. Repita este procedimiento a diferentes distancias (mínimo 4 veces).

Llena la siguiente tabla

Tiempo	Distancia
	20 m

Responde:

1. ¿Qué esperabas que pasara en esta actividad?

2. ¿Qué diferencia habría si la actividad se hace en un lugar cerrado y un lugar al aire libre?
Dibuja como sería verían las ondas en ambas situaciones

--	--

3. ¿El sonido es instantáneo? ¿Por qué?

ANEXO 14: Taller de la simulación

INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II

Elaborado: Angie Hernández Torres estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional

EL EXPERIMENTO Y EL SOFTWARE EDUCATIVO COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL EFECTO DOPPLER

Nombre: _____ Curso: _____

Taller de simulación software ondas

1. Teniendo en cuenta la simulación, cómo se representaría gráficamente un rayo de luz incidiendo sobre un bloque de hielo transparente que se ha colocado sobre un espejo plano. Explique.



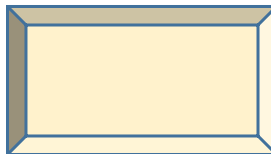
2. Cómo se representaría las ondas producidas por el avión si este se mueve a mayor velocidad que la velocidad de propagación del sonido. Explique.



3. Se tiene dos bandejas de igual tamaño, una de ellas tiene miel y la otra tiene agua. Se sueltan dos piedras a intervalos iguales de tiempo en cada bandeja, simultáneamente se le toman fotografías a cada bandeja. ¿Cuál podría ser la mejor ilustración de las formas de las ondas generadas en las superficies de los dos fluidos?



agua



miel

4. Teniendo en cuenta la pregunta anterior, las ondas generadas en el agua y la miel se diferencian en que:

5. La simulación representa una cubeta de ondas en la que se encuentra una barrera con una pequeña ranura, al generarse una perturbación dentro de la cubeta se generan ondas que pasan por la ranura de la barrera, al ocurrir esto se puede observar que:

6. Si se amplía la apertura de la ranura en la barrera, se puede observar que la característica que cambia en la onda que pasa a través de la apertura es:

7. Si la velocidad del sonido es de 340 m/s un avión que se desplaza a 170 m/s dejaría un rastro de ondas que se puede representar como



8. Cuáles son las diferencias entre las ondas mecánicas y las ondas electromagnéticas, ¿cómo identificarlas?

9. Realiza un esquema donde haya una fuente luminosa que emita un rayo incidiendo en un espejo plano. En ese dibujo indica: el rayo incidente, el rayo reflejado, el ángulo de incidencia, el ángulo de reflexión y el punto de incidencia.

10. Explique brevemente el fenómeno de refracción de ondas:

11. ¿Qué entiende por difracción después de observar la simulación?

12. A qué tipo de onda pertenece el sonido ¿mecánica o electromagnética? _____

13. ¿Qué características en el sonido se pueden escuchar si un elemento sonoro se acerca a una velocidad moderada?, ¿Qué pasa si se aleja?, ¿Cuál es la característica de las ondas que produce los fenómenos en ambos casos?

ANEXO 15: Guía de resultados test

Octavo Total de estudiantes = 111

1. Señala con un color las Ondas Mecánicas y con otro color las Ondas electromagnéticas y explica porque crees que son ondas electromagnéticas y/o mecánicas.

	<p>Correcto=39 Incorrecto=69 No respondieron=3</p>		<p>Correcto=54 Incorrecto=52 No respondieron=5</p>
	<p>Correcto=53 Incorrecto=52 No respondieron=6</p>		<p>Correcto=75 Incorrecto=33 No respondieron=4</p>
	<p>Correcto=70 Incorrecto=36 No respondieron=5</p>		<p>Correcto=71 Incorrecto=46 No respondieron=4</p>
	<p>Correcto=59 Incorrecto=49 No respondieron=3</p>		<p>Correcto=50 Incorrecto=56 No respondieron=8</p>

Ondas mecánicas	Número de estudiantes
Son producidas por medio de la naturaleza	10
Se produce gracias a la electricidad	2
Necesitan un medio para ser transmitido.	1
Necesitan un motivo.	1
Son las que siguen la dirección del sonido	3
Relacionadas con máquinas creadas por el hombre.	11
Son emitidas a largas distancias	1
Son producidas por energía	2
Se forman sin electricidad	6
Se forman sin necesidad de nada	2
Tienen energía eléctrica	6
Son auditivas	1
Son producidas por el hombre.	7
Son las que se dan mediante el movimiento.	5
Son producidas por un motor o electricidad	1
Emiten cuerpos electromagnéticos y electrónicos	2
Son las que funcionan por medio de una batería o energía cinética	11
Son las que se pueden ver en el agua	2

Es producida por un medio	2
Son las ondas creadas por la naturaleza o por la mano del hombre	2
Colocaron onda electromecánica y dice que son las que no se pueden oír.	1
Colocan onda magnética y están relacionadas con el ruido.	1
Son los sonidos que vienen de ondas como un bombillo	1
No respondieron	28
Ondas electromagnéticas	Número de estudiantes
Son las que se producen por las acciones que hacemos nosotros mismos	1
Son producidas y creadas por la naturaleza	11
Son emitidas a cortas distancias	1
Son las que funcionan a través del viento y no necesitan electricidad	1
Son las que por el agua y/o sonido se trasforma y transporta	3
Son producidas por electricidad y no se pueden ver, como la luz de un bombillo	22
Es cuando por electricidad se forma una energía magnética	4
Son las que reciben o mandan una señal	4
Son propagadas por una maquina	5
Se propagan por el vacío	7
Son las que necesitan un medio elástico, solido, liquido o gaseoso para propagarse	1
Son las que se producen por algo simple	1
Los sonidos por los cuales se emiten por medio de personas que proporcionan esas ondas	1
Se produce por el sonido que produce un objeto que no necesita electricidad	1
Los cuerpos que dependen de la temperatura y longitud	2
No respondieron	28

2. Unir los términos con el concepto que más se relacione.

Palabra	Definición	Respondieron correctamente	Respondieron incorrectamente
Efecto Doppler	Efecto debido al movimiento relativo entre la fuente emisora de las ondas y el receptor de las mismas.	18	93
Timbre	Distingue los sonidos emitidos por dos fuentes diferentes aun cuando tengan el mismo tono y la misma intensidad	31	80
Frecuencia	Magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo	61	50
Tono	Describe si es grave o agudo un sonido	60	51
Interferencia	Fenómeno que describe la superposición de 2 ondas.	48	63
Intensidad	Es la energía que transporta a través de un medio u otro dependiendo de la fuente sonora, permite diferenciar los sonidos	32	79

	fuertes de los sonidos débiles y se mide en “dB”.		
--	---	--	--

3. Se tiene dos bandejas de igual tamaño, un de ellas tiene miel y la otra tiene agua. Se sueltan dos piedras a intervalos iguales de tiempo en cada bandeja, simultáneamente se le toman fotografías a cada bandeja. ¿Cuál podría ser la mejor ilustración de las formas de las ondas generadas en las superficies de los dos fluidos?

Entendible, correcto	Entendible, incorrecto	No entendible	No respondieron
69	25	13	4

4. ¿Crees que el sonido necesite de algún medio para ser escuchado? Explica.

Si	Número de estudiantes
Si porque es necesario de algo que emita sonido para poder escuchar	2
Creo que el sonido si necesita de dilatación para que se pueda distanciar	1
Nosotros no tenemos el mismo sentido	1
El sonido es muy necesario para que tenga movimiento	1
El equipo de sonido debe sonar con electricidad	1
Porque se necesita un medio para escuchar	5
Por medio del aire	9
Necesita ondas electromagnéticas lleven el sonido y se transforma en energía	2
Por el oído	2
Necesita medio como las cuerdas vocales	3
Por medio del aire y una persona para ser escuchado	4
Por medio de instrumentos, electrodomésticos y el ambiente	19
Por la propagación de las ondas	18
Porque se necesita un medio para ser escuchado	13
Se necesita el espacio para propagarse por medio de ondas mecánicas	5
Porque el sonido es de un tono muy suave y el oído aumenta el sonido con una frecuencia más aguda	1
Porque las ondas transmiten un sonido expandiendo la vibración de la onda sonora	2
No	Número de estudiantes
No en todas las ocasiones se necesita el sonido para ser escuchado	5
Ya que la onda se transporta por medio de una interferencia por el aire	2
Por medio de vibraciones también podemos percibir sonidos	5
En el vacío hay sonidos	5
Porque la onda de sonido esta por todo lado	1
No respondieron	4

5. ¿Existirá relación entre un temblor y el sonido?

Si	Número de estudiantes
Las dos son ondas mecánicas	8
Ambas emiten ondas las cuales se expanden	2
Por las ondas se transporta todo	1
Ya que cuando las placas tectónicas se estrellan estas suenan y hacen más fuerte el temblor	5
Si	Número de estudiantes
Por la tenacidad del temblor	7
Son sonidos a gran escala	2
Porque las dos se transmiten por medio de ondas mecánicas	1
	11

Mandan ondas a mucha distancia y tienen más fuerza	1
Las 2 son causadas por ondas electromagnéticas	2
Porque al realizar un movimiento siempre va a generar un sonido sea agudo o grave	4
El temblor produce ondas de sonido	16
Los sonidos son producidos por las cosas que caen en un temblor	10
Un sonido es demasiado fuerte provoca vibraciones, agitaciones o temblores	6
En el momento de un temblor las cosas se mueven y genera un movimiento el cual viaja a través de un cierto espacio	2
El movimiento de las piedras y el movimiento de la tierra	1
Si porque las dos propagan ondas vibratorias, un temblor seria las vibraciones de la superficie y el sonido seria las vibraciones del medio por el que sale el sonido	1
El temblor produce movimiento y este movimiento produce sonido	3
No	Número de estudiantes
El temblor los produce las ondas y el sonido	3
No se propagan ondas	1
Porque el temblor vibra y el sonido suena y lo podemos escuchar	3
Porque el temblor es un movimiento de placas tectónicas	2
No	1
El temblor choca y el sonido es una onda	1
Porque el temblor es subterráneo y no hace sonido	8
El temblor son ondas transmitidas en un objeto y el sonido son ondas directas que se expanden	3
El temblor se siente no se escucha	1
El sonido proviene de algún objeto y el temblor de algún desastre natural	2
No respondieron	3

6. ¿Por qué en los auditorios bien contruidos se escucha muy bien al ponente desde el escenario?

Respuestas	Número de estudiantes
En un lugar cerrado y no deja salir las ondas	1
Se escucha muy bien porque los micrófonos salen ondas y es en un cuarto cerrado	2
Por el espacio y el eco de ese lugar cerrado	2
Las ondas chocan contra la pared esta revota y se escucha mejor	5
Porque es un lugar cerrado	11
Porque tiene una amplitud de sonido y tiene una mejor tecnología que para que suene mejor y más duro	1
Por las bases y las ondas se propagan mas	3
Porque se centra más el sonido	1
Porque es un sitio amplio y tiene más espacio para que la onda salga	1
Porque es un lugar grande y produce un buen eco	1
Está bien construido el sonido no se dilata y se concentra en el auditorio	1
Porque hay un espacio pequeño y por el sonido	1
Porque se genera eco	1
Porque se encierra el sonido y se escucha bien	2
Porque las ondas rebotan a lugares cerrados se propagan mas	1
Por las ondas que ahí entre de las paredes	1
Porque el sonido rebota en las paredes	5
Por el vacío que hay en ese espacio el eco que se escucha	3

Porque están hechos justamente para contener el sonido	1
Porque las paredes son delgadas	1
Porque desde arriba se producen muchos más ecos al hablar	1
Porque tienen bien ubicados los espacios la pantalla y en qué lugares se escucha bien por todos sus lados.	3
Porque al hablar por un micrófono da un sonido muy duro y hace que las ondas se propaguen y la escuche todo el mundo	1
Porque el auditorio produce ciertos ecos	1
Porque se propagan ondas y estas producen un eco	1
Porque se escucha bien el sonido	2
Transmite ondas	1
Las ondas se propagan con más energía	1
Paredes con materiales específicos que no permite que los sonidos salgan	14
Una fuerza genera una onda que avanza a través del sonido	1
En un lugar cerrado las ondas se dispersan mas	7
Porque hace eco y eso aumenta las ondas y frecuencias de sonido	9
Por la onda-energía electromagnética que hace los sonidos	4
Lugar amplio sin interferencia	1
Todas las frecuencias llegan a un punto de atracción	1
Tiene buen medio de comunicación	1
Tiene ondas magnéticas para escucharse en el escenario	1
Porque se extiende el sonido	1
Por los altavoces, bafles y amplificadores	3
Depende si es grande el escenario se va a escuchar mucho, pero si es pequeño el eco va a romper la onda	2
Porque miden las distancias del sonido	1
No respondieron	9

7. ¿Sabes cómo se produce tu voz?

Respuestas	Número de estudiantes
Por medio de las cuerdas vocales	19
Por medio de las ondas que se producen en las cuerdas vocales	7
Cuando las cuerdas vocales vibran se produce sonido	2
Por efecto del cuerpo	2
Con el aire en el estomago	6
Por medio de los pulmones y la tensión de las cuerdas vocales	1
Por medio de las cuerdas se produce movimiento y sale por la boca	1
Son producidas por el cierre de la garganta así las ondas chocan y se disminuye	3
Por medio de la garganta y a la vez que respiramos vamos cogiendo fuerza	1
Por medio del eco o de ondas	2
Por medio de las ondas que se crean al interior	1
Por medio de vibraciones	2
Se produce por las cuerdas vocales al exhalar aire, estas vibran y producen ondas de sonido	6
Por ondas electromagnéticas	1
Cuerdas vocales, viento y la lengua	1
Aire que roza las cuerdas vocales y provoca sonido	21
Al tomar aire se realiza un proceso que produce la voz	1
Por medio de la onda sonora	2
Se produce a través del aparato fonador que genera un sonido a través de una onda	9

Por medio de las cuerdas vocales	11
Por la fuerza que hace el humano y pasa por las cuerdas vocales que producen la voz	3
<i>No saben/no responden</i>	9

8. Dos amigas fueron a piscina una de ellas está tomando el sol y la otra fue a nadar un rato. La que estaba tomando el sol fue a llamar a su amiga para que saliera de la piscina para almorzar juntas. Dibuja como viaja la voz de la chica que estaba tomando el sol que está totalmente sumergida para que la onda llegue hasta el receptor.

Entendible, correcto	Entendible, incorrecto	No entendible	No respondieron
19	58	27	7

9. ¿Por qué los perros perciben sonido que nosotros no?

Respuestas	Número de estudiantes
Tienen oídos más grandes las ondas revotan y llegan mejor a su oído	3
Porque sus oídos pueden percibir más las ondas	2
Sus sentidos están más desarrollados y su oído tiene una frecuencia más baja	2
Porque ellos perciben ondas tridimensionales y puede escuchar a más distancia	2
Porque también escuchan	2
Porque ellos tienen persistencia y nosotros no tanto y orejas más grandes que nosotros	2
Ya que sus orejas son más grandes las ondas rebotan y llegan mejor a su oído	2
Porque el oído de un perro tiene una frecuencia más suave o aguda	2
Porque tienen un oído muy amplio y su oído es más sensible y captan las ondas mas	4
Porque tienen el oído y el tímpano más agudo	2
Porque tiene un oído más evolucionado y más agudo	6
Porque tienen un oído muy definido y pueden escuchar lo que nosotros no	4
Porque hay sonido que tienen menos ondas y por lo tanto emiten menos fuerza y debido a esto no podemos escucharlo, mientras que los perros que tienen el oído más agudo si lo escuchan	3
Ellos sienten o nos escuchan cualquier tipo de señal o movimiento	2
Tienen más sentido que nosotros	10
Por su sistema auditivo se producen las ondas con sonido	2
Ellos sienten y transmiten el volumen de nuestra voz	2
Porque tiene una capacidad auditiva mayor a la de nosotros	36
Porque los perros tienen un tipo de sonido diferente a la de los humanos	2
Tienen oídos más grandes	2
Tienen más oídos que nosotros	2
Tienen un olfato y sonido de escuchar perfectamente	2
Ellos perciben nuestros sonidos	1
Porque los perros tienen oídos sensibles y más potentes	6
Ellos sienten ondas más pequeñas	1
<i>No responden</i>	7

10. ¿Cómo sabes que una ambulancia se acerca o se aleja de ti al pasar por la derecha o la izquierda, por el frente o detrás?

Respuestas	Número de estudiantes
Debido al sonido los tímpanos saben dónde viene el sonido	1
Porque la onda sonora se propaga si se aleja se escucha lejana	2
Por el sonido que emite y a la velocidad que va	1
Según donde se escuche más el sonido con sus ondas	1
Porque la onda es grande cuando está cerca y es pequeña cuando está lejos	1
Porque cuando se aleja suena más débil y cuando se acerca suena más fuerte y esto se llama efecto Doppler	8
Por la onda permite percibir el sonido	1
Porque el sonido que transmite la ambulancia cambia según el lugar donde se encuentre	3
Porque el sonido ya se conoce y ya se sabe dónde se encuentra	3
Porque al pasar por la derecha empieza un cosquilleo en el oído derecho lo mismo al izquierdo	2
Porque un sonido se propaga y tiene sexto sentido	3
Por su sonido se da depende como este	3
Porque el sonido que transmite la ambulancia cambia según el lugar donde se encuentre, porque nuestro oído copia diferentes sonidos	2
Por su sonido y las ondas que propagan la sirena	7
Por la intensidad del sonido, si está cerca se escucha fuerte si está lejos, suave	10
Por el sonido de la sirena	39
Porque el sistema auditivo puede distinguir la distancia o el origen de la onda	1
Porque la onda es grande cuando está cerca y es pequeña cuando está lejos	1
Porque las ondas sonoras aumentan o disminuyen depende de su distancia	9
Por la distorsión del sonido, las ondas se van alejando	1
Por el sonido que se presenta y en algunas veces eco por todo lado	1
Porque el sonido se va alejado a medida que avanza la ambulancia	2
Por el oído porque cada lado tiene su sonido y así se detecta	4
Por percepción	1
No saben/no responden	4

11. ¿Por qué existe el fenómeno del eco?

Respuestas	Número de estudiantes
Porque en lugares abiertos las ondas rebotan	5
Porque cuando uno grita habla en un lugar cerrado se escucha otra vez	1
Porque las ondas de la voz se propagan en sitio solo y encerrado	1
Porque el sonido rebota	4
Por el vacío y los obstáculos rebotan	2
Porque las ondas se dispersen y se da el eco	1
Produce un choque de ondas	1
Las ondas se propagan	2
Porque está en un sitio cerrado y no puede salir el sonido	3
Por el oído porque cada lado tiene su sonido y así se detecta	2
Por el sonido que lleva un carro	2
Porque al encerrarnos en un lugar con pocas cosas que hacemos un sonido producirá un eco	2
Porque el sonido se desplaza	1
Por lugares grandes y cerrados el sonido sigue	1

Se da en lugares cerrados y vacíos se expanden las ondas	6
Por el vacío que existe ya que la onda sonora se propaga	1
Las ondas golpean las paredes en un espacio vacío	4
Porque es creado en un lugar cerrado se produce la propagación de voz	4
Porque vacío que ahí entre espacios muy grandes	1
Por el espacio y el vacío las ondas auditivas se encierran y no tienen como salir	2
Por las ondas que se producen al hablar	2
Porque en un espacio cerrado o abierto se amplía el sonido	3
Por un espacio pequeño y silencioso	2
Por un espacio grande en silencio	1
Por una onda	3
Porque el sonido en un espacio cerrado va y vuelve	3
Por el vacío que hay entre espacios muy grandes	1
Porque en un lugar grande y cerrado las ondas se expanden	10
Porque el sonido choca contra una pared	4
Porque el sonido no sufre ninguna interferencia en lo que viajan	1
Por la gravedad que produce la voz	1
Por la onda del sonido que va de un punto a otro	2
Porque en un lugar cerrado el sonido golpea las paredes	6
Los lugares grandes y con espacio se escucha como se repite, pero se va el sonido poco a poco	7
Porque la voz choca con las cosas y genera eco	1
Se crea cuando estamos en un espacio pequeño y/o estrecho	1
Las cuerdas que propagan la voz viajan a un vacío y allí se producen	4
Las ondas golpean las paredes en un espacio vacío	4
Porque es más potente el sonido	1
Porque es creado en un lugar cerrado se produce la propagación de voz	1
<i>No sabe/no responde</i>	7

12. Dibuja como se propagan las ondas en la siguiente imagen

Entendible, correcto	Entendible, incorrecto	No entendible	No respondieron
28	34	24	25

ANEXO 16: Guía de resultados formación de ondas, actividad 1

Teniendo en cuenta el video responde:

1. Defina con sus propias palabras ¿Qué es una onda?

Número de estudiantes	Respuesta
4	Son perturbaciones en un espacio tranquilo o en movimiento que tiene frecuencia, cresta y valle, se pueden manifestar en forma electromagnética y mecánica. Ejemplo: el sonido, las olas, por donde se transmiten las llamadas
3	Se produce por el mecanismo de un objeto o un movimiento
3	Se produce por un objeto o movimiento y hay muchas formas las cuales se presentan
2	Es un movimiento que se expande a través de un líquido consistente en la propagación de una perturbación de alguna propiedad.
2	Las ondas son movimientos que se propagan en el movimiento o al tirar algún objeto hay ondas que se escuchan y se ven, como hay otras no se perciben
1	Una onda es una propagación de algo que impacta o algo así, hay muchas formas de ondas en el mundo otras son escuchadas y otras no, unas se ven y otras no, las ondas vienen y se van en nuestro diario vivir
2	Una onda es un elemento que se propaga bien sea por el sonido, agua u ondas mecánicas
3	Hay diferentes tipos de onda, unas son invisibles y otras se pueden ver, mecánicas o electromagnéticas, son partes de nuestra vida
3	Una onda es un fenómeno que se propagación gracias a los movimientos o acciones que realizamos a diario
2	A veces nos damos cuenta que las ondas son parte de nuestra vida pues todo se conforma de ondas

2. ¿Cuáles son los dos tipos de ondas? ¿Cuáles son sus características?

Electromagnéticas	
Número de estudiantes	Respuesta
13	Que no necesitan un medio para propagarse
3	campos eléctricos
2	que se propaga por medio de un movimiento.
2	son las que se manifiesta no físicamente y no es visible para la vista. La podemos encontrar en el wifi y en la señal de una llamada
3	la característica es decir se producen por un medio eléctrico, magnético
2	es la onda que solo se necesita de ella

Mecánicas	
Número de estudiantes	Respuesta
13	Si necesitan un medio para propagarse
2	propagación
1	por medio de radiación y son invisibles. Ejemplo radio, tv.
2	que se propaga por medio de un movimiento.
2	se produce cuando se sufre una alteración en un lugar. Ejemplo: Olas, terremotos, etc.
3	son algunas invisibles por ejemplo la luz y la voz, el eco, con propagación
2	es la onda que necesita electricidad para poderse propagar

3. ¿Cuál es la diferencia de las ondas unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales? Ejemplifíquelas mediante un dibujo

Unidimensionales	
Número de estudiantes	Respuestas
14	Son aquellas que se propagan a lo largo de una sola dirección del espacio

2	gotas de agua que se propagan en un charco
3	Son las que tienen un punto de inicio, se encuentran en el mismo estado de vibración
3	Son las que tienen un punto de inicio, se encuentran en el mismo estado de propagación
3	Son aquellas que no tienen antinodos y no pierden el sentido de la onda

Bidimensionales	
Número de estudiantes	Respuestas
2	Son aquellas que se expanden por todo lado como el agua
2	Se propagan 2 ondas
3	se desplazan en un diferente lugar
2	es la onda que se propaga en 2 direcciones
2	Las ondas que solo se propago en alto y ancho
2	Cuando genera dos ondas
7	Son las que tienen dos puntos de vibración
3	son las que tienen 2 puntos para desplazase
2	tienen un obstáculo y pueden tener un cambio al chocar y cambia su sentido

Tridimensionales	
Número de estudiantes	Respuestas
6	Se propagan en tres dimensiones y se conocen también como ondas esféricas
8	Son las que producen las ondas sonoras
3	Se manifiesta con alto, profundidad y grosor
3	Cuando genera tres ondas
3	son las que tienen 3 dimensiones
2	Al chocar se parte la onda y hace una variación entre 3 difusiones

Unidimensional

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
19	6	0	0

Bidimensional

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
8	15	2	0

Tridimensional

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
13	11	1	0

ANEXO 17: Guía de resultados ondas periódicas, actividad 2

1. En el dibujo resultante señale las características de la onda y defina cada una de estas.

Parte de la onda	Número de estudiantes	Respuesta
Cresta	5	Es el punto máximo de elongación en una amplitud de onda
	3	tenemos lo que se llama amplitud de las ondas sus unidades de unidad
	10	No la definieron
Valle	10	No la definieron
	8	Es el máximo valor negativo de la amplitud
Fuente de onda	4	No la definieron
	3	la cantidad de ondas que propagan en cada unidad de tiempo se mide por minuto
	3	No la colocaron como característica
Pulso de onda	7	No la definieron
	3	es el tiempo que emplea la onda en deslizar que emplea la onda en deslizar completo llamado elongación
	8	No la colocaron como característica
Nodo	9	No la definieron
	9	No la colocaron como característica
Amplitud	3	Valor máximo de elongación de la onda
	8	No la definieron
	7	No la colocaron como característica
Longitud de onda	3	Es la distancia entre 2 puntos máximos de la amplitud, es decir la distancia entre 2 crestas.
	8	No la definieron
	7	No la colocaron como característica
Periodo	8	No la definieron
Elongación	3	No la definieron
	5	No la colocaron como característica
Línea de equilibrio	3	No la definieron
	7	No la colocaron como característica
Dibujo	4	Realizaron dibujo, pero no colocaron características
	1	No respondieron

2. Calcular la frecuencia para cada uno de los intentos con la siguiente ecuación

$$f = \frac{\text{Cantidad de ciclos}}{\text{tiempo}}$$

Número de estudiantes	Respuesta
6	No desarrollaron la ecuación
9	Desarrollaron correctamente la ecuación
3	Desarrollaron incompleta la ecuación
5	No desarrollaron correctamente la ecuación

3. Calcular el periodo para cada uno de los intentos con la siguiente ecuación

$$T = \frac{1}{f}$$

Número de estudiantes	Respuesta
9	No desarrollaron la ecuación
9	Desarrollaron correctamente la ecuación
5	No desarrollaron correctamente la ecuación

4. Con el experimento anterior podemos decir que la frecuencia es _____ y el periodo _____

	Número de estudiantes	Respuesta
Frecuencia	2	Es la cantidad de ondas que se propagan en cada unidad de tiempo. Se mide en rpm y rps.
	2	La cantidad de ciclo dividido sobre el tiempo
	1	Es la cantidad de ondas que se propagan en línea
	3	Es el tiempo que emplea la onda en realizar un desplazamiento completo.
Periodo	1	La onda es el tiempo que emplea las ondas al propagarse
	2	uno sobre la frecuencia.
Frecuencia y periodo	5	No respondieron
	7	Colocaron el resultado de las ecuaciones

ANEXO 18: Guía de resultados ondas transversales y longitudinales, actividad 3

6. ¿Qué forma realiza el Slinky cuando se mueve verticalmente? Dibújalo

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
20	3	1	

7. ¿Qué forma realiza el Slinky cuando se mueve horizontalmente? Dibújalo

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
16	6	2	

8. ¿Qué diferencia hay entre los dos movimientos? Explica

Número de estudiantes	Respuesta
2	En el primer momento la onda es más despacio y en la segunda onda se mueve con más frecuencia y con más rapidez
3	En uno se choca y en el otro generan diferentes movimientos ondulatorios
9	La diferencia que hay entre las dos ondas es que al propagarse la onda en la vertical el Slinky se recoge al final a un extremo y la onda horizontal se recoge casi en el centro
2	Tiene diferencia en los movimientos ondulatorios y el otro choca
2	Tiene un movimiento directo horizontal y el otro choca
6	El movimiento vertical es una onda longitudinal y el movimiento horizontal es una onda transversal

9. Da un ejemplo de la vida cotidiana donde se pueda dar cuenta una onda longitudinal. Dibújalo.

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
12	11	1	

10. Da un ejemplo de la vida cotidiana donde se pueda dar cuenta una onda transversal. Dibújalo.

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
17	3	4	

ANEXO 19: Guía de resultados de reflexión, actividad 4

1. ¿Qué ocurre cuando se tuerce el caucho?

Respuesta	Número de personas del grupo
Ocurre una sinusoidal	11
Cuando se tuerce el caucho lo palos se mueven y cuando los palos se mueven el caucho se tuerce	3
Se propaga una onda por medio del caucho haciendo mover los palos 3	7
La onda se moviliza en forma de espiral 3	3

2. ¿Qué figura forma?

Respuesta	Número de personas del grupo
Una onda espiral	19
Forma un zigzag y la forma sinusoidal	3
Se forma como una ola, pero con sentido contrario y también forma una “x”	2

3. ¿Qué pasa al llegar al otro lado?

Respuesta	Número de personas del grupo
<i>No respondieron</i>	2
Se devuelve la onda, pero con menos fuerza Cuando llega al otro lado se devuelve con menor velocidad	17
La onda se refleja	3
Se devuelve por la onda de reflexión	2

4. ¿Qué pasa si generas dos ondas en sentido contrario?

Respuesta	Número de personas del grupo
Al llegar al centro las dos ondas chocan y se devuelven a su punto de partida	24

5. ¿Cuál es la fuente de este efecto? Explique porque

Respuesta	Número de personas del grupo
El golpe ocasiona la onda	12
La fuente somos nosotras ya que aplicamos una fuerza	5
Como el caucho esta estirado y tiene palos produce peso, al mover un palo el caucho se mueve	4
Una leve fuerza que hace que la onda se transporte por el caucho	3

6. ¿se puede considerar que usted es la fuente de este efecto? Justifique su respuesta

Respuesta	Número de personas del grupo
-----------	------------------------------

Nosotros generamos el golpe	19
En parte si y en parte no, porque nosotros implementamos la fuerza la onda no se propagaría mediante el caucho	3
No porque el viento también genera el movimiento a los palos sin necesidad de tocarlos	2

ANEXO 20: Guía de resultados de refracción, actividad 5

1. ¿Que se observa?

Respuesta	Número de personas del grupo
Cuando se mete el esfero se va agrandando	2
El lápiz empieza a engrandar	2
Cuando metemos el marcador el nivel de aceite sube y el marcador se hunde, y cuando metemos el lápiz l nivel del agua sube junto con el lápiz	3
Que en el vaso con agua objeto flota y el vaso con aceite su objeto se queda en el fondo del recipiente	6
En el aceite por su densidad se ve 3 veces más grande y en el agua por su densidad el lápiz se ve un poco grande y doblado	7
No respondieron	4

2. Con ayuda de un transportador determine cuál es el ángulo de los objetos en cada sustancia.

$$\theta_{\text{agua}} =$$

$$\theta_{\text{aceite}} =$$

3. Realice un dibujo de lo observado

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
16	6	2	0

4. Explique con sus propias porque sucede este fenómeno

Respuesta	Número de personas del grupo
Porque al introducir el objeto se ve más grande en la sustancia que en este caso es el agua y el aceite	2
Porque una tiene una densidad más fuerte y es más espeso mientras que el otro es normal ya que solo es agua	6
Porque el agua es menos espesa que el aceite y el objeto en el agua cambia de forma y en el aceite no cambia	2
En el aceite el color se ve más ancho gracias a la densidad del aceite y por la cantidad de partículas esto género que las ondas sean más lentas. en el agua el color se ve más grande y se crea más ondas con más frecuencia	2
Porque el vaso con aceite por lo que es más espeso y el palito que le pusimos flotaba como con el vaso del agua	2
Porque al introducir el lápiz o el esfero el reflejo del hace que se vea más ancho por fuera del vaso	2
Cuando cambia la onda de ángulo de incidencia y el ángulo de refracción	3
Se produce una onda que atraviesa de un primer medio a un segundo medio generando un pulso de onda	3

Este fenómeno sucede debido al componente que tiene el aceite ya que cuando se hace este experimento el agua y el aceite por encima se ven normal, pero por debajo se ve mucho más grande	2
---	---

5. Da un ejemplo de la vida cotidiana donde podamos dar cuenta de este fenómeno con ondas mecánicas.

Respuesta	Número de personas del grupo
La lavadora empieza a lavar produce onda	6
Un carro por su motor ya que la densidad es muy fuerte y hace que el carro avance Un carro que hace que las ondas se formen gracias al movimiento	2
En la cocina fritando algo o con el jugo Una persona hablando por micrófono y se escucha por un baffle	2
Cuando hablamos la onda cambia en el aire y es una onda mecánica	3
Las ondas se generan durante un carro y se tiene en un movimiento establecido, sus ondas son mecánicas.	2
Cuando caminamos el viento pega con mucha fuerza y se generan ondas	2
Ondas del agua con una gota que cae a cierta velocidad	3
Cuando hablamos por teléfono es necesario las ondas mecánicas porque para que la otra persona nos escuche necesitamos del medio del teléfono y sus ondas	1
Cuando uno sumerge un objeto en un fluido donde se ven sus 2 medios	1
Cuando un barco se ve más grande en el agua que en el aire	2

ANEXO 21: Guía de resultados difracción, actividad 6

Desarrolla:

1. Dibujar lo observado

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
14	4	1	0

2. Que explicación le da a lo que observa

Respuesta	Número de personas
Las ondas se van separando y se reducen con cada obstáculo	2
Las ondas pasan por los lados y en medio de los obstáculos	2
que las ondas rebotan del objeto se generan ondas inversas que a su vez crean vibraciones	2
El objeto hace interferencia y cuando hay una onda se dispersa y hace dos ondas	2
Al haber una fuerza u ondas se pone un obstáculo traspasan las ondas, aunque ya con menos presión	2
Que cuando introducimos el motor al objeto se va reduciendo ondas y los objetos separa las ondas al pasar	1
Lo que yo observo es que en el lápiz las ondas son más grandes cada vez y en el borrador las ondas son más cortas y pequeñas	2
Depende del objeto se va formando la onda ya sea gruesa o delgada se forma un movimiento ondulatorio	2
Que las ondas chocan y se devuelven creando unas ondas visuales como círculos de formados	2
Que cuando hay un obstáculo las ondas chocan y se transmiten de diferentes formas	2

3. ¿Qué pasa si colocamos un tercer obstáculo? Explica tu respuesta y realiza un dibujo.

Respuesta	Número de personas del grupo
Habría más ondas y se reduciría más el tamaño	2
Si se pone un pequeño obstáculo, no sucede mayor cosa, la onda solo empuja y prosigue, pero si se pone un obstáculo grande, obstaculiza mucho, las ondas cada vez son más débiles.	2
Al vibrar otro objeto se genera al principio vibración y después una pequeña onda y más allá de los objetos hay ondas horizontales	2
En una onda se divide 4 generando ondas más pequeñas	2
Al poner los tres objetos observamos que la onda cada vez era más pequeña	2
Lo mismo que cuando ponemos 1 o 2 obstáculos se separan las ondas, pero las ondas siguen hay moviéndose.	1
Cuando se colocaron los tres objetos ya no eran tan notables las tres ondas ya que se veían menos	2
Cuando se coloca un tercer obstáculo son más gruesas y no se alcanza a ver claramente	2
Se combinan y/o golpean entre si y producen una interferencia más constante e ira aumentando de acuerdo a la cantidad de objetos	2
Las ondas chocan más porque los objetos hacen que se devuelvan y choquen entre si	2

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
15	2	2	0

4. Qué ocurre si en vez de utilizar el generador de ondas utilizamos una regla para generarlas

Respuesta	Número de personas del grupo
Se verían diferentes a las ondas	2
se causa con una fuerza mayor, la onda generada será más fuerte	2
Las ondas se propagan rectas y al chocar con un objeto se hace una onda circular alrededor	2
Generaría las ondas a los dos lados haciendo que las ondas choquen	2
Las ondas son iguales y más grandes	2
Casi lo mismo que con el menor	1
Que las ondas son más gruesas	2
Cuando ponemos la regla es más gruesa la onda esta onda forma ovalada	2
La onda se ve más grande y se levanta el agua	2
Es casi igual solo que son ondas más grandes y largas	2

5. ¿Qué pasa si dos ondas con diferente amplitud se generan al tiempo? Realiza un dibujo

Respuesta	Número de personas del grupo
Se mezclarán las dos para generar una sola onda	2
Estas dos ondas chocan entre si y al chocar estas se van a los lados	4
Que las ondas al ser una mayor que la otra queda como resultado la unión de ambas creando una más grande	2
Se mezclan las dos para generar solo una.	2
Chocan entre si formando una interferencia en las ondas	6
Se chocan y al chocarse se devuelven	1
Chocan entre si formando una interferencia en las ondas	2

Entendido correcto	Entendido incorrecto	No entendido	No respondieron
4	11	2	2

6. El fenómeno de difracción consiste en

Respuesta	Número de personas del grupo
El fenómeno de difracción tiene lugar cuando un movimiento ondulatorio encuentra un obstáculo cuyas dimensiones son comparables con la onda	2
Esta consiste en las ondas que se desvían de su camino por la interferencia de algo	2
Consiste cuando un movimiento ondulatorio encuentra un obstáculo el resultado es que la onda se aparta y se extiende sobre los objetos. Esto permite que las personas podamos escuchar a la vuelta de la esquina o a través de la pared.	2

El fenómeno de difracción tiene lugar cuando un movimiento ondulatorio encuentra un obstáculo cuyas dimensiones son comparables a la longitud de onda	2
cuando dos ondas con diferente magnitud generan más de 3 ondas	2
Manifestar las ondas del agua	1
Cuando 2 ondas de diferentes magnitudes se interfieren generando no una tercera si no más ondas diferentes	2
Tienen dos dimensiones esta se ve cuando hay diferentes magnitudes se interfieren generando muchas ondas	2
Consiste en que choca y pasa que hay diferentes ondas	2
Es el fenómeno de 2 dimensiones observando dos ondas de magnitudes diferentes infringiendo generando una tercera onda	2

7. ¿Cuál es la diferencia entre interferencia constructiva y destructiva?

Respuesta	Número de personas del grupo
El fenómeno de interferencia ocurre cuando dos movimientos coinciden en un mismo lugar o región	2
Constructiva: la onda golpea el obstáculo, el obstáculo la vibración y le permite el paso sin problema. Destructiva: observe la mayor parte de la onda, impidiendo el paso de la onda.	2
Que la onda se aparta. Constructiva que las dos ondas deben coincidir y dirigirse a un mismo lugar preparando un solo pulso. Destructiva que los dos pulsos se tienen una coincidencia de un mismo lugar, sino que se propaga cada una por su lado.	2
La constructiva construye una onda y la destructiva las destruye	4
la interferencia constructiva tiene una vibración mayor y la destructiva una vibración menor	4
La interferencia constructiva es la que lo puede construir de manera visual y la de in-destructiva es la que lo puede destruir.	1
La constructiva tiene un resultado de cero y la destructiva tiene resultante común	2
<i>No responden</i>	2