

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE
APOYO PARA EL ESTUDIO DE CONCEPTOS BÁSICOS DEL
SONIDO MEDIANTE REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA.**

PRESENTADO POR:

JHON SEBASTIAN TORRES MUÑOZ

LIC. ELECTRÓNICA.


2010203066

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA**

BOGOTÁ D. C.

2018

Agradezco a cada una de las personas que de alguna u otra manera contribuyeron, ayudaron, apoyaron y me animaron durante todos estos años en este gran proceso formativo, a cada uno de ellos mi más sincero agradecimiento.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesionales</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 100	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Diseño y construcción de una herramienta de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido mediante realidad virtual inmersiva.
Autor(es)	Torrea Muñoz, Jhon Sebastian
Director	Rivera, Diego Mauricio
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 92 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	SONIDO; TONO; INTENSIDAD; TIMBRE; ONDAS; REALIDAD VIRTUAL; SISTEMAS INMERSIVOS.

2. Descripción
<p>El documento en general muestra proceso de diseño y construcción en un motor de videojuegos, de una herramienta de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido mediante realidad virtual inmersiva, denominada "Visual Wave VR". Dicha herramienta pretende no solo explicar ¿Qué es el sonido?, Características del sonido, Componentes del sonido, sino también generar representaciones visuales de los mismos y relacionarlos con la física de ondas. A continuación se muestra un resumen más detallado.</p>

3. Fuentes
<p>Leo L, Beranek. (1954). <i>Acustica</i> . Estados Unidos de Norte America: Hispano.</p> <p>Serway. (2008). <i>Física para Ciencias e ingeniería</i>. Cengage Learning Editores.</p> <p>Tipler. (2003). <i>Física para la Ciencia y la Tecnología. Mecanica Oscilaciones y Ondas, 5ta edicion</i>.</p>

Barcelona: Reverté.

Álvarez, G. H. (2010). *Enseñanza de la física mediante la resolución de problemas y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad: una propuesta orientadora hacia el aprendizaje del*

concepto de onda sonora. Recuperado el 23 de 07 de 2017, de la *Universidad de Antioquia*.:
<http://ayura.udea.edu.co:8080/jsui/bitstream/123456789/602/1/JD0912.pdf>

Alzate, H. (03 de 2006). Física de las Ondas. Recuperado el 11 de 08 de 2016, de Aprende en Línea, programa integración de tecnologías a la docencia Universidad de Antioquia:
http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/men_udea/pluginfile.php/23336/mod_resource/content/0/FisicaIII-Hector_Alzate.pdf

L., Maria. (09 de 03 de 2012). *Feria de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación*. Recuperado el 13 de 02 de 2017, de Fuego Musical:
http://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria20/feria071_01_fuego_musical.pdf

Sánchez, J. C. (24 de Mayo de 2004). *Sistema de Informacion Científica Redalyc*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/849/84912053008.pdf>

Biblioteca digital del ILCE. (2017). Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa:
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec_8.html

Pretto, J. A. (1 de 2015). *Educa Madrid*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de IES Carlos Bousoño:
<http://www.iescarlosbousoño.com/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/TEMA-5-EL-TIMBRE.pdf>

Sánchez, J. C. (24 de Mayo de 2004). *Sistema de Informacion Científica Redalyc*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/849/84912053008.pdf>

Tipler, P. A. (1995). *PHYSICS for Scientists an Engineers, Third Edition*. Barcelona : EDITORIAL REVERTÉ, S-A-.

Bragado, I. M. (02 de 02 de 2004). *Entornos educativos interactivos para el apoyo del proceso de enseñanza/aprendizaje*. Recuperado el 14 de 05 de 2017, de Física General:
http://www.liceoagb.es/ondas/texto/fisica_general_ignacio_martin.pdf

Desingnmate. (20 de 06 de 2012). Science-Transmission of Sound. Recuperado en 22 de 07 de 2017, de Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=GkNJvZINSEY&t=54s&list=PLhhs6MT-aySlp7l6yNaOI1rbqCg_bXEOs&index=10

Las Ondas. (25 de 08 de 2009). Recuperado el 28 de 08 de 20, de Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado:
<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/impresos/quincena11.pdf>

- Alzate, H. (03 de 2006). Física de las Ondas. Recuperado el 11 de 08 de 2016, de Aprender en Línea, programa integración de tecnologías a la docencia Universidad de Antioquia.:
http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/men_udea/pluginfile.php/23336/mod_resource/content/0/FisicaIII-Hector_Alzate.pdf
- Levis, D. (2006). ¿Qué es la realidad virtual?. Recuperado 23 de julio 2017. Obtenido de:
http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/Que_es_RV.pdf
- Pérez Martínez, F. J. (marzo de 2011). *Presente y Futuro de la Tecnología de la realidad virtual*. Recuperado 31 de octubre de 2016. Obtenido de la Revista: Creatividad y Sociedad:
<http://creatividadysociedad.com/articulos/16/4-Realidad%20Virtual.pdf>
- Bibek, A. & Deb, S. (Diciembre, 2016). Smartphone Based Virtual Reality Systems in Classroom Teaching. Trabajo presentado en 8th International Conference on Technology for Education de IEEE, Bombay, India.
- Gonzalo, J., & Horacio, H., (Septiembre, 2004) Realidad virtual aplicada en el contexto de la educación no formal. Conferencia llevada a cabo en el VIII Congreso de educación a Distancia CREAD MERCOSUR, Córdoba, Argentina.
- Guerra L.F & Jaime L.H, (2014) “Herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos en un ambiente de realidad virtual controlado con visión artificial”. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperada el 2 de agosto 2017.
- Alvarez, J. (24 de 05 de 2016). *Posibilidades didácticas de la realidad virtual*. recuperado el 14 de noviembre de 2016. Obtenido de: Revista Educación Virtual:
<http://revistaeducacionvirtual.com/archives/2024>
- Pérez Vega , C. (17 de abril de 2008). *Sonido y Audición sección 2.2, recuperado el 30 de octubre de 2016..* Obtenido de UNIVERSIDAD DE CANTABRIA :
<http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Sonido%20y%20Audicion.pdf>
- Vera, G. (diciembre de 2003). *La realidad virtual y sus posibilidades recuperado el 3 de noviembre de 2016*. Obtenido de Universidad de granada:
<http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero2/Articulos/Realidadvirtual.pdf>
- Vera Tapias, A. (2012). Explorando las ondas: Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de algunos conceptos básicos del movimiento ondulatorio. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.
- Ledesma Carbayo, J. (5 de mayo de 2004). *Introducción a la Realidad Virtual recuperado el 25 de octubre*

de 2016. Obtenido de wikipnfi: <https://wikipnfi.wikispaces.com/file/view/Realidad+Virtual.pdf>

Russell, d. (16 de 04 de 2002). acs.psu.edu. Recuperado el 22 de 03 de 2017, de PennnState College of Engineering: <http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/waves-intro/waves-intro.html>

CETA. (14 de marzo de 2007). *FÍSICA DEL SONIDO recuperado el 30 de octubre de 2016*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/contaminacion_acustica_tcm7-1705.pdf

Introducción a la Realidad Virtual capítulo 1. (s.f.) recuperado el 28 de octubre de 2016. Obtenido de Romero`s place: <https://fromeroguillen.files.wordpress.com/2008/08/introduccion-a-la-realidad-virtual.pdf>

Computación, C. d. (2016). Recuperado el 13 de 11 de 2017, de https://moodle2015-16.ua.es/moodle/pluginfile.php/12347/mod_resource/content/5/vii-02-motores.pdf

Cardozo, H. J. (30 de octubre de 2004). *Realidad Virtual recuperado el 25 de octubre de 2016*. Obtenido de JeuAzarru: <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/RealidadVirtual.pdf>

Villegas Hortal, A. (2012). *Realidad virtual en el sector de la construcción recuperado el 5 de noviembre de 2016*.. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad EAFIT: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/695/Andres_VillegasHortal_2012.pdf?sequence=3

Robayo Calderón, D. (2016). Aplicación de apoyo al proceso de aprendizaje de conceptos de astronomía básica utilizando un sistema de realidad virtual inmersiva. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Biblioteca digital del ILCE. (2017). Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec_8.html

Cañon, D. (08 de 03 de 2011). ptolomeo. Recuperado el 12 de diciembre de 2017, de Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/182/A6.pdf?sequence=>

Computación, C. d. (2013). jtech. Recuperado el 14 de 08 de 2017, de Experto en java Universidad de Alicante : <http://www.jtech.ua.es/dadm/restringido/juegos/sesion01-apuntes.pdf>

Trivaz. (18 de 06 de 2012). openaccess.edu. Recuperado el 29 de 10 de 2017, de Repositorio digital de la UOC: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17885/1/mtrigasTFC0612memoria.pdf>

Guerra Sierra, L., & Jaime Roa, L. (2012). Herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos en un ambiente de realidad virtual controlado con visión artificial. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

4. Contenidos

El documento inicia con una introducción acerca de cómo los dispositivos electrónicos tales como los móviles, drones, consolas, computadoras, entre otros. Permiten una inmersión sensorial en un espacio 3D para que la persona pueda formar parte del mismo. Se procede con el planteamiento del problema el cual está orientado a la asignatura física moderna del departamento de Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional en el cual se abarcan temas relacionados con fundamentos de ondas y oscilaciones, llegando al siguiente planteamiento: ¿Cómo complementar o reforzar los conceptos relacionados con física de ondas, vistos en el área de física moderna?. Posteriormente se desarrolla la justificación en la cual se plantea el ¿Por qué esta herramienta es desarrollada en realidad virtual?, concluyendo con que dicha herramienta permite interactuar con los escenarios artificiales en tiempo real pero también ejemplificar y evidenciar el sonido no solo con nuestro sentido de la audición sino también generar una representación visual de éste, para que a través de dichas representaciones e interacciones se logren explicar conceptos básicos relacionados con el sonido estimulando así el proceso de aprendizaje de la persona inmersa.

El objetivo general es el de diseñar y construir un material de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido mediante realidad virtual inmersiva de la cual se desprenden 3 objetivos específicos que hacen brevemente una referencia a: diseñar y construir las representaciones visuales que están en la aplicación, programar las interacciones o eventos que controlará el usuario dentro de la aplicación y finalmente como incorporar estrategias visuales que muestren la propagación del sonido y audibles que permiten captar sonido para posteriormente representarlo. Se realizó una delimitación en la cual están las 3 actividades a desarrollar: ¿Qué es el sonido?, Características del sonido, componentes del sonido. En cada una de ellas se distribuyeron ordenadamente los temas.

Para los antecedentes se tuvieron en cuenta referentes que mostrarán las posibilidades educativas y didácticas que la realidad virtual ofrece.

En la elaboración del marco teórico se tuvieron en cuenta conceptos y conocimientos previos durante todo el desarrollo de la herramienta, los cuales están relacionados con los temas a tratar dentro de la aplicación y también instrumentos que fueron de ayuda para el desarrollo de esta como lo son: motor de videojuegos, Unity 3D, realidad virtual, sistemas inmersivos, movimiento oscilatorio, onda, energía, tipos de onda y sonido.

El desarrollo llevado a cabo para la culminación de la herramienta se desglosa en 6 apartados generales los cuales son:

- Descripción de actividades: Se plantean las 3 actividades generales las cuales están orientadas a definir conceptos relacionados con el sonido, relacionar estos conceptos con ondas e ir generando representaciones para complementar la información.
- Distribución de las actividades: Se muestra como cada una de las 3 actividades se distribuyeron en 5 diferentes escenarios con el fin de estructurar de manera adecuada los contenidos.
 - 1) ¿Qué es el sonido?.
 - 2) Onda longitudinal y onda transversal, Componentes de una onda y propagación del sonido.
 - 3) Componentes del sonido.
- Descripción de animaciones: En cada uno de los diferentes escenarios se implementaron animaciones con el fin de complementar, favorecer y enriquecer las definiciones y/o explicaciones mostradas en cada uno de los escenarios. Se realiza una breve descripción de cada animación con su respectiva finalidad.
- Descripción de Scripts: Los scripts son herramientas estructuradas a base de código que poseen gran variedad de usos dentro de Unity (plataforma en la cual se realizó el proyecto) dependiendo de su construcción y de las diferentes declaraciones usadas, allí se ordenan los scripts explicando su función y su uso.
- Descripción de escenarios: Se realiza una descripción bastante detallada de cada uno de los escenarios, allí se explica que animaciones, modelos 3D, audios y que scripts pertenecen a determinado escenario y su respectiva finalidad.
- Audios: El objetivo de estos audios es complementar la inmersión de la persona de modo que no solo sea visual sino también auditiva, además de lo anterior estos pretenden guiar y complementar tanto las interacciones como las explicaciones.

Finalmente el documento muestra los resultados obtenidos de la herramienta. Dicha herramienta es un instalador para sistemas operativos Android 5.0 o superior, la cual se denomina “*Visual Wave VR*”. Concluyendo con las diferentes conclusiones y el respectivo anexo. Anexo que contiene el guion para los audios empleados dentro de la aplicación.

5. Metodología

METODOLOGÍA SCRUM

Para la realización de la herramienta y debido a la naturaleza de esta fue empleada una metodología de tipo SCRUM. La cual “es una metodología de tipo ágil basada en entregas parciales para el desarrollo de software” (Trivaz, 2012) mediante la creación de ciclos que se denominan “Sprints”. Esta metodología compete 3 fases que fueron aplicadas a lo largo del proyecto:

- Planificación del Backlog: Se crea un documento con los requisitos, se deciden cuáles son los objetivos y el trabajo a realizar, se define el Sprint 0, se crea un Sprint Backlog (lista de tareas). Para lograr satisfacer las recomendaciones de este ítem se elaboró un documento (anteproyecto) en el que se desarrolló cada requisito el cual fue avalado en su momento.
- Seguimiento del Sprint: Se evalúa el avance analizando el trabajo realizado en la entrega anterior, se planea lo que se hará para una nueva entrega y que cosas permanecen que se deben solucionar. Este ítem se logró a través de revisiones periódicas por parte del docente a cargo. Estas revisiones retroalimentaron, reforzaron y/o corrigieron diferentes aspectos de la herramienta y del documento.
- Revisión del Sprint: Revisa el avance y se presentan resultados. En este punto se realizaron revisiones generales de producto final para encontrar posibles falencias que se hubieran pasado por alto. Al obtener resultados satisfactorios se llegó al resultado de hoy en día.
-

6. Conclusiones

- Se diseñó y construyó una herramienta en realidad virtual denominada Visual Wave VR como material de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido. El propósito de esta herramienta es el de informar, iniciar, acompañar o de orientar procesos de enseñanza relacionados con la física de ondas a través del sonido.
- Se diseñaron y construyeron representaciones visuales y modelos 3D del sonido que demuestran el comportamiento de esta onda mecánica en diferentes espacios bien sean elementos físicos u objetos. Estos comportamientos son audibles en la vida cotidiana, pero en el plano virtual no solo fueron audibles sino también visibles.
- Se diseñaron y programaron herramientas que permiten captar el sonido generado por el usuario y en base a esto controlar, modificar o alterar animaciones y objetos dentro de la aplicación favoreciendo las diferentes definiciones y explicaciones manejadas dentro de la aplicación.

- Se implementó una mejora auditiva que está basada en la función de transferencia relacionada con la cabeza, esta mejora logra que los sonidos generados dentro de la aplicación sean localizados y percibidos espacialmente por la persona inmersa, esto se logró y se implementó con el fin de mejorar la experiencia inmersiva y enriquecer la herramienta.
- La herramienta es innovadora y aprovecha el potencial que tiene los dispositivos móviles para ser usados como herramientas educativas, motivando la curiosidad y contribuyendo en el abordaje y/o fortalecimiento de conceptos en áreas a fines, estimulando la generación de hipótesis y formulación de preguntas.
- La realidad virtual es un recurso vistoso y permite crear un mundo virtual con programación para finamente integrar al usuario en él, permitiendo que la persona experimente en primera persona la profundidad, la distancia y los objetos con volumen lo cual favorece la representación y el análisis de fenómenos.

Elaborado por:	Torres Muñoz, Jhon Sebastian
Revisado por:	Rivera, Diego Mauricio

Fecha de elaboración del Resumen:	09	04	2019
--	----	----	------

CONTENIDO

Capítulo 1.....	18
Introducción.....	18
1.1. Introducción.....	18
1.2. Planteamiento de problema.....	18
1.3. Justificación	19
1.4. Objetivos	20
1.4.1 Objetivo general	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.4.3 Delimitación	20
1.5. Antecedentes	21
Capítulo 2.....	25
Marco Teórico	25
2.1. Metodología SCRUM.....	25
2.2. Motor de Videojuegos	25
2.3. Unity 3D	26
2.4. Realidad virtual.....	26
2.5. Sistemas inmersivos.....	27
2.6. Movimiento oscilatorio	28
2.7. Onda	29
2.8. Energía	31
2.9. Tipos de Onda.....	32
2.10. Sonido	36
Capítulo 3.....	40
Desarrollo.....	40
3.1. Descripción de actividades.....	40
3.2. Distribución de las actividades.....	42
3.3. Descripción de animaciones.....	44
3.4. Descripción de scripts	54
3.5. Descripción de escenarios	57
3.5.1. Escenario 1: ¿Qué es el sonido?	57
3.5.2. Escenario 2: Onda Longitudinal y Onda Transversal.....	62
3.5.3. Escenario 3: Componentes de una Onda.	66
3.5.4. Escenario 4: Propagación del Sonido.	68
3.5.5. Escenario 5: Componentes del Sonido.....	75

3.6. Audios.....	78
Capítulo 4.....	81
Resultados.....	81
4.1. Nombre de la Aplicación.....	81
4.2. Icono de la Aplicación.....	81
4.3. Requerimientos.....	82
4.4. Intro y Menú Generado.....	82
4.5. Conclusiones.....	84
Referencias.....	86
Anexos.....	90
Anexo 1. Guion para los audios:.....	90

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. <i>Sistema Masa-Resorte.</i>	28
Ilustración 2 <i>Relación Movimiento circulas - MAS</i>	29
Ilustración 3 <i>Onda sinusoidal matemática y su equivalente gráfico.</i>	30
Ilustración 4. <i>Onda longitudinal.</i>	33
Ilustración 5. <i>Onda transversal.</i>	33
Ilustración 6 <i>Onda Superficial.</i>	34
Ilustración 7 <i>Onda transversal y partículas.</i>	35
Ilustración 8 <i>Compresión y rarefacción.</i>	35
Ilustración 9. <i>Compresión y rarefacción en una onda simple.</i>	36
Ilustración 10 <i>Partículas en sólido, líquido y gaseoso.</i>	39
Ilustración 11. <i>Animación 1, escenario 1</i>	58
Ilustración 12 <i>Animación 2, escenario 1.</i>	58
Ilustración 13 <i>Animación 3, escenario 1.</i>	59
Ilustración 14 <i>Animación 4, escenario 1.</i>	59
Ilustración 15 <i>Vista del escenario 1, sin iniciar.</i>	60
Ilustración 16. <i>Animaciones en cascada de Onda transversal y Onda longitudinal</i>	63
Ilustración 17 <i>Ambiente en el escenario Onda longitudinal y Onda Transversal</i>	64
Ilustración 18 <i>Fragments Video explicativo.</i>	66
Ilustración 19 <i>Entorno Componentes de una Onda.</i>	67
Ilustración 20 <i>Panel principal Propagación de Sonido.</i>	69
Ilustración 21 <i>del recorrido y de la propagación de una onda de sonido bajo el agua.</i>	70
Ilustración 22 <i>Cuadros animación ecolocalizacion espacio cerrado.</i>	71
Ilustración 23 <i>Cuadros del recorrido y de la propagación de una onda de sonido en el aire.</i> 71	
Ilustración 24 <i>Escenario Propagación del Sonido y ubicación de las zonas.</i>	72
Ilustración 25 <i>Panel Componentes del Sonido.</i>	75
Ilustración 26 <i>Algunos cuadros Tono.</i>	76
Ilustración 27 <i>Algunos cuadros Intensidad.</i>	77
Ilustración 28 <i>Algunos cuadros Timbre.</i>	78
Ilustración 29 . <i>Icono Visual Wave VR.</i>	81
Ilustración 30 <i>Intro.</i>	82
Ilustración 31 <i>Menú generado.</i>	83

Resumen

En este documento se mostrará el proceso de diseño y construcción en un motor de videojuegos, de una herramienta de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido mediante realidad virtual inmersiva, denominada “Visual Wave VR”. Dicha herramienta pretende no solo explicar ¿Qué es el sonido?, Características del sonido, Componentes del sonido, sino también generar representaciones visuales de los mismos y relacionarlos con la física de ondas.

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Para nadie es un secreto que la realidad virtual está teniendo un gran auge en diferentes dispositivos y aparatos electrónicos tales como dispositivos móviles, drones, consolas, computadoras, entre otros. Este gran auge se debe a la gran inmersión sensorial en un espacio 3D que esta permite, creando así un entorno ‘ficticio’ del cual podemos formar parte. Aprovechando lo anteriormente mencionado, se diseñó y se construyó una herramienta de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido mediante realidad virtual inmersiva orientada a la materia de física moderna de la Universidad Pedagógica Nacional.

En este documento se plasmará el proceso de desarrollo de dicha herramienta, la cual tiene como fin generar representaciones visuales de conceptos básicos del sonido. La herramienta pretende exponer 3 temas generales ¿Qué es el sonido?, Características del sonido, Componentes del sonido, explicando través de éstos, conceptos relacionados con señales y ondas, final mente se mostrará el material de apoyo logrado (entregable-aplicativo).

1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

De acuerdo al plan de estudios de la asignatura física moderna del departamento de Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional, se abarcan temas relacionados con fundamentos de ondas y oscilaciones. Debido a los temas en esta materia resulta pertinente que se profundice en conceptos relacionados con física de ondas, permitiéndole al estudiante tener un mejor desempeño en áreas afines. Con base en lo anterior se plantea el siguiente problema: ¿Cómo complementar o reforzar los conceptos básicos relacionados con física de ondas, vistos en el área de física moderna?

1.3. JUSTIFICACIÓN

A medida que transcurren los años la tecnología evoluciona de forma exponencial. Trayendo consigo nuevas expectativas, la apertura de nuevas posibilidades y también la llegada de nuevos logros. Si bien es así uno de esos logros fue y ha sido, debido a su constante mejora, la realidad virtual o también denominada VR (virtual reality), la cual no es más sino “Un ambiente espacial 3D generado por computadora en el cual el usuario puede participar en tiempo real” (Cardozo, 2004). Tras la llegada de esta tecnología gran variedad de industrias como: el turismo, las ventas, bienes raíces, videojuegos, etc. optaron por aplicarla en sus campos.

Ahora bien, evidenciando que esta tecnología puede ser incluida en diversos campos debido al interés que genera, la versatilidad que puede tener y la increíble experiencia para el usuario; podemos decir que ésta puede ser aplicada al campo de la educación. Y por qué no hacerlo si la realidad virtual nos da la oportunidad de “introducir al alumno en entornos inmersivos y multi sensoriales (vista, tacto, oídos), en los cuales los estudiantes puedan interactuar con un ambiente artificial que estimule su proceso de aprendizaje”. (Vera, 2003). Siendo así, la realidad virtual en el campo de la educación resulta ser una gran estrategia de asimilación y enlace entre sujeto-información; por tales motivos se vincula esta tecnología en este proyecto.

Entonces, resulta apropiado aprovechar la VR no solo por lo señalado anteriormente sino también, es pertinente el uso de esta para generar herramientas de apoyo en el aula de clase que permitan y faciliten el estudio y/o información de un determinado tema. Además, facilita y genera gran interés puesto que permite ejemplificar y evidenciar fenómenos (Vera, 2003). En el caso de este proyecto. Permitir interactuar con los escenarios artificiales en tiempo real pero también ejemplificar y evidenciar el sonido no solo con nuestro sentido de la audición sino también generar una representación visual de éste, para que a través de dichas representaciones e interacciones se logren explicar conceptos básicos relacionados con el sonido estimulando así el proceso de aprendizaje de la persona inmersa. Cabe resaltar que este proyecto es netamente informativo, entonces resulta pertinente la creación de un material de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido mediante realidad virtual inmersiva aplicable en el área particular de física moderna (fundamentos de oscilaciones y ondas).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un material de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido mediante realidad virtual inmersiva.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseñar y construir 3 actividades en ambientes virtuales tridimensionales en los que se generen representaciones visuales del sonido y se expliquen conceptos relacionados con el sonido.

Programar interacciones que permitan al usuario visualizar y controlar de forma inmersiva los eventos que ocurran dentro de las actividades.

Desarrollar e incorporar estrategias de tipo visual que permitan observar la propagación del sonido en determinado entorno y de tipo audible que permitan captar sonido para posteriormente representarlo.

1.4.3 DELIMITACIÓN

La siguiente delimitación pretende dar a conocer las características de las 3 actividades que fueron realizadas.

Actividad 1: ¿Qué es el sonido?

- Concepto de sonido.
- Emisor, Medio, Receptor.

Actividad 2: Características del sonido.

- Onda longitudinal y transversal.
- Amplitud, frecuencia, velocidad y longitud de onda.
- Propagación del sonido (aire, agua, gases).

Actividad 3: Componentes del sonido.

- Tono, intensidad y timbre.

1.5. ANTECEDENTES

A continuación, se mostrarán algunos trabajos de grado y documentos que fueron tomados en cuenta durante la realización de este trabajo debido a que presentan una relación directa.

- **Diego Levis (2006).** “*¿Qué es la realidad Virtual?*”. El autor señala como la realidad virtual es definida de distintas maneras en gran variedad de contextos y de cómo estas definiciones no parecieran hablar de lo mismo, posteriormente cita documentos importantes acerca de la realidad virtual, hace una cronología técnica de la VR y llega a una definición general. Continúa desglosando diferentes características de la realidad virtual y finaliza desprendiendo los 3 tipos de realidad virtual (Sistemas de Sobremesa, Sistemas Proyectivos, Sistemas Inmersivos). Este documento fue un gran referente teórico para la realización de este proyecto ya que proporcionó las bases para ubicar y orientar específicamente el producto final.
- **Dra. Jenyree Alvarez (2016).** “*Posibilidades didácticas de la realidad virtual*”. Argumenta cómo la realidad virtual o VR aplicada en distintos escenarios del mundo facilita la comprensión de la persona. Esto es debido a la gran interacción que esta tecnología tiene con el usuario. De igual manera menciona que los estudiantes pueden desarrollar un aprendizaje experimentado con el uso de la VR facilitando de forma evidente el proceso de enseñanza y aprendizaje. Así este documento muestra cómo los proyectos en realidad virtual enriquecen el proceso de enseñanza y aprendizaje lo cual

fue un referente pedagógico para la elaboración del proyecto. Además, aporta variedad referencias sobre proyectos elaborados en VR aplicados al campo de la educación, lo cual sin duda aporta un abanico de información para enriquecer la elaboración de este proyecto.

- **Maria Fernanda L. (2012).** *“Fuego Musical”*. Es un proyecto que desarrolla un experimento denominado tubo de Rubens el cual representa ondas sonoras y sus diferentes intensidades con la ayuda de un tubo con orificios el cual está lleno de gas, el resultado del experimento es similar a un visualizador de espectro con fuego. En el documento muestran a detalle la realización del experimento y también características importantes sobre las ondas, en el caso particular ondas sonoras. Allí resaltan como las ondas sonoras se comportan en los diferentes medios, la presión del sonido, las formas de onda y las compresiones y expansiones que se presentan en los medios. Este proyecto aportó bases teóricas para el desarrollo de las diferentes animaciones que mostraron la propagación del sonido.
- **Ananda ViBek y Suman Deb. (2016).** Octava conferencia de Tecnología para la Educación de IEEE. *“Smartphone Based Virtual Reality Systems in Classroom Teaching”* habla del gran potencial que tienen las aplicaciones de bajo costo en teléfonos inteligentes y el uso de éstas en CardBoard para ser aplicadas en las aulas de clase, pues señala que gracias a los entornos en realidad virtual pueden ser utilizadas como material didáctico, ya que muestra cómo ayudan a complementar y mejorar el proceso educativo.
- **Guillermo Vera. (2003).** *“La realidad virtual y sus posibilidades didácticas”* muestra como el ámbito de la educación es donde mayor provecho tiene la realidad virtual, pues expresa la capacidad que tiene la VR de introducir al estudiante en entornos tridimensionales que usan vista, tacto y oídos para estimular el proceso de aprendizaje. Por otra parte desglosa algunas características positivas que tiene la VR si se vincula a la educación como: Motivación para el estudiante, asimilación contenidos, visualizar y facilitar la explicación de conceptos abstractos, incorporación de los sentidos al proceso de enseñanza y aprendizaje, entre otras. Este documento habla en

general del potencial que tiene el uso de la VR en educación, lo cual aportó a este documento herramientas para justificar la elaboración de la herramienta.

- **Robayo Calderón Diana. (2016).** *“Aplicación de apoyo al proceso de aprendizaje de conceptos de astronomía básica utilizando un sistema de realidad virtual inmersiva”*. Cuya temática fue la realización de una aplicación didáctica denominada “Virtual eduspace” que simula un viaje interactivo a través del espacio mediante realidad virtual inmersiva para explicar conceptos básicos de astronomía. Dicho proyecto apunta a que la experiencia con el usuario logre incentivar su capacidad de exploración e investigación en este campo. Debido que este proyecto aplicó la realidad virtual para relacionar conceptos fue un referente para la realización del material de apoyo.
- **Luz Guerra y Luz Roa. (2014).** *“Herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos en un ambiente de realidad virtual controlado con visión artificial”* herramienta de apoyo denominada “Circuinct” orientada a la enseñanza de circuitos electrónicos básicos en un entorno virtual controlado por el usuario. A su vez este proyecto apunta a la reducción de gastos en implementación, riesgos eléctricos y proporcionar un ambiente controlado. Este proyecto relaciona en gran manera la interacción entre: proyecto-usuario y aplicación-usuario. Lo cual resultó de gran utilidad para la realización de situaciones e interacciones dentro de los diferentes escenarios.
- **Andrés Villegas Hortal. (2012).** *“Realidad virtual en el sector de la construcción”*. Son ambientes virtuales inmersivos basados en modelos paramétricos IBM para proyectar e interactuar con imágenes virtuales estereoscópicas. La finalidad de dicho proyecto es brindar una herramienta que facilite la toma de decisiones en etapas de diseño, planeación, ejecución, etc. para la construcción. Este proyecto aportó gran variedad de ideas para la elaboración de los distintos escenarios con los cuales contó la herramienta de apoyo.

- **Alberto Vera Tapias. (2012).** *“Explorando las ondas: Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de algunos conceptos básicos del movimiento ondulatorio”*. Es una propuesta aplicada en la Universidad Nacional que tiene bases conceptuales y pedagógicas sólidas las cuales buscan que se comprendan algunos conceptos básicos del movimiento ondulatorio. Esto se logra y se lleva a cabo mediante actividades que poseen herramientas de recontextualización, meditación y visualización que tienen como propósito favorecer la comprensión. Esta propuesta proporcionó herramientas didácticas para explicar, enseñar y relacionar conceptos científicos relacionados con las ondas dentro de las diferentes actividades que tiene la herramienta.
- **Giovany Humberto Muñoz. (2010).** *“Enseñanza de la física mediante la resolución de problemas y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (C. T. S.): Una propuesta orientadora hacia el aprendizaje del concepto de onda sonora”*. Este documento analiza la influencia de una estrategia didáctica orientada a la resolución de problemas con temas relacionados con el sonido y sus fenómenos. Donde se expone que si un estudiante se enfrenta a problemas abiertos sobre el tema logra aprender conceptos y procedimientos propios de este. Los procesos usados son similares a los que usan los científicos: comprender el problema, emitir hipótesis, diseñar un plan, realizar experimentos y evaluar la solución. Este proyecto aportó herramientas que contribuyeron a la solidificación de los temas que se trataron dentro de la aplicación para que fueran sólidos pero abiertos y de igual modo a estructurar cada uno de ellos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Se tuvieron en cuenta conceptos y conocimientos previos durante todo el desarrollo de la herramienta, los cuales están relacionados con los temas a tratar dentro de la aplicación y también instrumentos que fueron de ayuda para el desarrollo de esta. A continuación la explicación de ellos acompañados de la metodología SCRUM

2.1. METODOLOGÍA SCRUM

Para la realización de la herramienta y debido a la naturaleza de esta fue empleada una metodología de tipo SCRUM. La cual “es una metodología de tipo ágil basada en entregas parciales para el desarrollo de software” (Trivaz, 2012) mediante la creación de ciclos que se denominan “Sprints”. Esta metodología compete 3 fases que fueron aplicadas a lo largo del proyecto:

- **Planificación del Backlog:** Se crea un documento con los requisitos, se deciden cuáles son los objetivos y el trabajo a realizar, se define el Sprint 0, se crea un Sprint Backlog (lista de tareas). Para lograr satisfacer las recomendaciones de este ítem se elaboró un documento (anteproyecto) en el que se desarrolló cada requisito el cual fue avalado en su momento.
- **Seguimiento del Sprint:** Se evalúa el avance analizando el trabajo realizado en la entrega anterior, se planea lo que se hará para una nueva entrega y que cosas permanecen que se deben solucionar. Este ítem se logró a través de revisiones periódicas por parte del docente a cargo. Estas revisiones retroalimentaron, reforzaron y/o corrigieron diferentes aspectos de la herramienta y del documento.
- **Revisión del Sprint:** Revisa el avance y se presentan resultados. En este punto se realizaron revisiones generales de producto final para encontrar posibles falencias que se hubieran pasado por alto. Al obtener resultados satisfactorios se llegó al resultado de hoy en día.

2.2. MOTOR DE VIDEOJUEGOS

Ya que la herramienta de apoyo como tal es básicamente software se usó un motor de videojuegos para poder diseñarlo, construirlo y lograrlo. El término motor de videojuegos un término que surge en los años 90, este es definido como “un conjunto de

sistemas de software extensibles que facilita el desarrollo de un videojuego sin una gran modificación de código” (Cañon, 2011). Estos motores de videojuegos proporcionan al programador gran variedad de herramientas como:

- API y SDK para el desarrollo
- Propio lenguaje de script (no todos)
- Herramientas de edición
- Gráficos 2D o 3D.
- Audio y video
- Física
- I.A. (inteligencia artificial)

Actualmente los motores de videojuegos cuentan con gran variedad de plataformas para diferentes dispositivos, con lo cual el creador del juego puede dirigirlo a la plataforma o las plataformas que desee. En este caso el motor de videojuegos usado fue Unity.

2.3. UNITY 3D

Unity 3D es un motor de videojuegos gratuito que permite el desarrollo de productos en 2D y 3D. Estos productos puede ser dirigidos a cualquier sistema operativo, dispositivos electrónicos con soporte para videojuegos, entre otros. Unity permite usar diseños y creaciones realizadas en otros programas, además permite crear; animaciones en 2 y 3 dimensiones, contenido auditivo, contenido visual, scripts y objetos.

La interfaz de Unity es cómoda, bastante completa y puede ser editada al gusto del creador. La interfaz cuenta con herramientas prácticas que facilitan la creación de productos, estas herramientas permiten: conseguir soporte, agregar recursos, guías, tienda, corrector de errores, crear de animaciones y crear códigos en formato C#.

.

2.4. REALIDAD VIRTUAL.

El término realidad virtual o RV fue concebido por Jaron Lanier en 1986 debida a la combinación de términos “entornos virtuales” y “realidad artificial”. Desde allí este

término ha tenido múltiples propuestas para lograr una definición exacta; Sin embargo, una de las más cercanas a lo que es actualmente la realidad virtual es la siguiente. “La RV comprende la interfaz hombre-máquina (human-machine), es la que permite al usuario sumergirse en una simulación gráfica 3D generada por ordenador, y navegar e interactuar en ella en tiempo real, desde una perspectiva centrada en el usuario” (Pérez Martínez, 2011).

La realidad virtual contempla tres pilares fundamentales que la diferencian de los demás modelos y creaciones en 3D los cuales son:

Interactividad: permitirle al usuario modificar el sistema en el cual está inmerso a través de interacciones. Esto se logra mediante intermediarios hombre-máquina como el teclado, el ratón, tarjetas, controles, guantes, etc.

Inmersión o percepción: es aquella que permite que los sentidos del usuario (vista, oído y tacto) formen parte de la experiencia; lo cual la hace más real y logra que el usuario se sienta dentro de otra realidad.

Simulación: es la capacidad que posee el sistema de representar el mundo real y no necesariamente las reglas en el sistema tienen que ser las del mundo real.

2.5. SISTEMAS INMERSIVOS.

Son los sistemas que permiten al usuario sentirse dentro del mundo virtual que está siendo simulado. Comúnmente estos son conocidos como periféricos o dispositivos de entrada y salida.

Los dispositivos de entrada son los encargados de recibir la información del usuario para posteriormente convertirlos a lenguaje de máquina y así finalmente realizar acciones y cambios en el sistema virtual.

Los dispositivos de salida son los que permiten enviar las diferentes ‘características’ con las que cuenta el entorno virtual para finalmente estimular los sentidos del usuario y mejorar la experiencia.

2.6. MOVIMIENTO OSCILATORIO

Es el movimiento en el cual un cuerpo se desplaza hacia una determinada posición y regresa a su posición original en un determinado intervalo, si este movimiento se realiza periódicamente se considera un movimiento oscilatorio. Las cuerdas de un instrumento pueden tener un movimiento oscilatorio si se les aplica energía, las partículas de aire cercanas a la cuerda presentarían un movimiento oscilatorio gracias a la energía transferida por la cuerda.

El MAS (movimiento armónico simple) es la representación más básica de un movimiento oscilatorio, un ejemplo de ello es un sistema masa-resorte en el cual la masa oscila periódicamente a partir de un punto de equilibrio, cada vez que la masa está en alguno de los extremos esta experimenta una fuerza restauradora en dirección al punto de equilibrio, en el sistema masa-resorte esta fuerza restauradora es la fuerza del resorte.

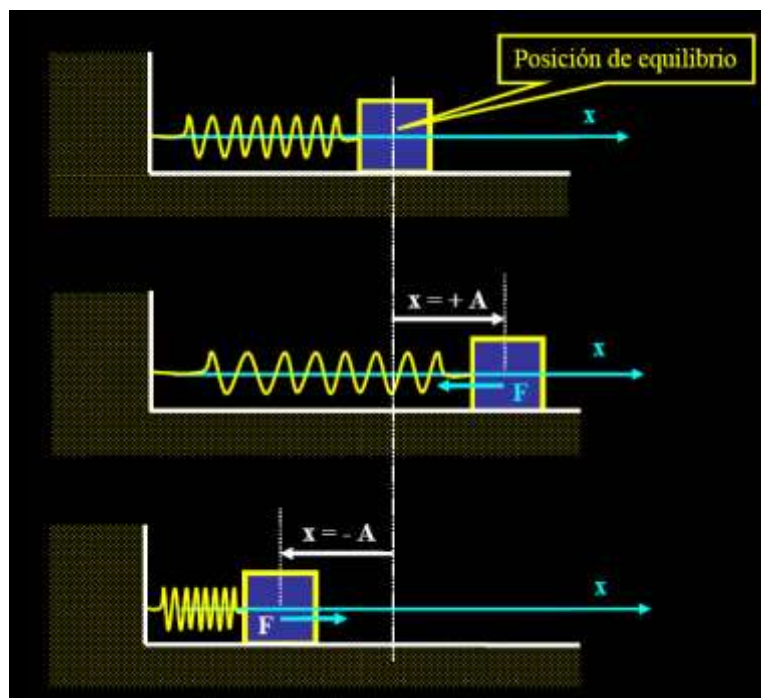


Ilustración 1. *Sistema Masa-Resorte.*

Obtenida de: [Ir](#)

El Movimiento Circular tiene relación con el MAS, supongamos que tenemos un objeto recorriendo una circunferencia con un determinado radio a velocidad constante, la proyección de dicho objeto sobre el diámetro del círculo es un MAS.

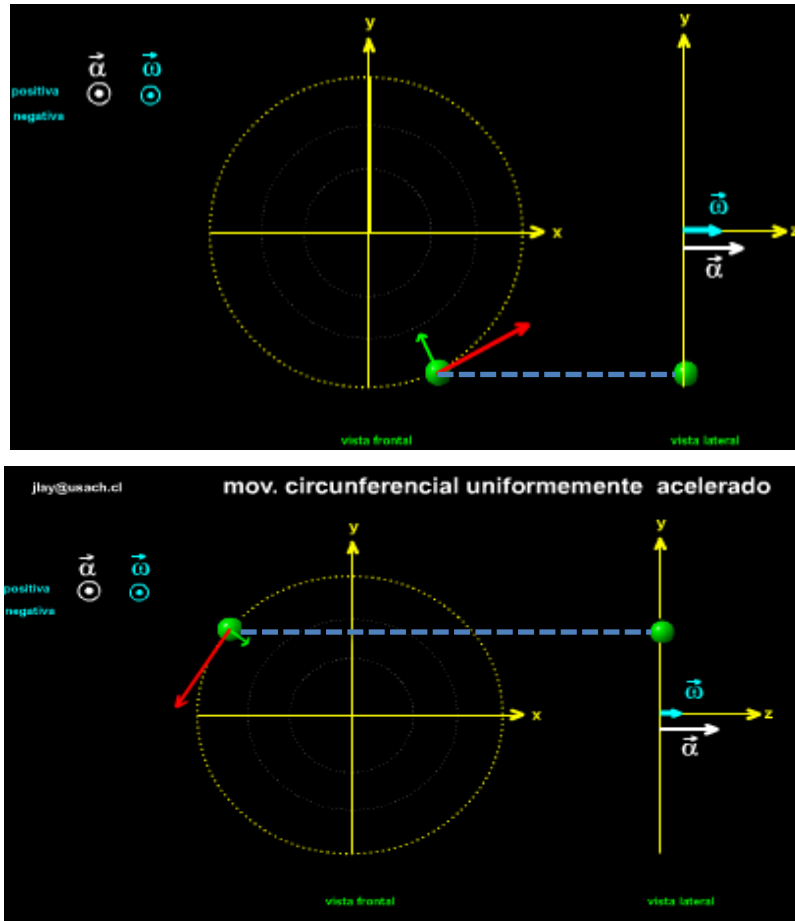


Ilustración 2 *Relación Movimiento circulas - MAS*

Obtenida de: [Ir](#)

2.7. ONDA

Una onda es una perturbación que se propaga a través del espacio, “estas ondas transportan energía, y momento lineal sin transportar materia” (Tipler, 2003). Comúnmente cuando se producen varias perturbaciones se denomina tren de onda.

La naturaleza de estas puede ser muy diversa ya que pueden ser gravitacionales, electromagnéticas o mecánicas.

Las ondas electromagnéticas no requieren de un medio para propagarse como la luz, por el contrario las ondas mecánicas requieren medios para propagarse un ejemplo de ello es el sonido.

Matemáticamente las ondas que son más simples están representadas por una función sinusoidal de la siguiente manera.

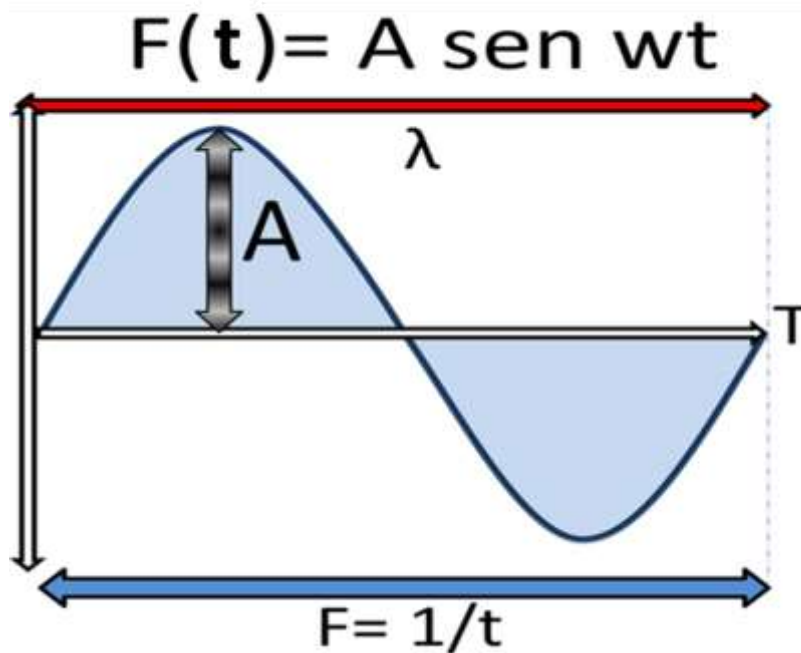


Ilustración 3 Onda sinusoidal matemática y su equivalente gráfico.

Fuente. Autor.

Las magnitudes que se encuentran representadas en la “Figura 3” son las siguientes:

- Amplitud (A): Es la máxima distancia que alcanza la onda respecto a la posición de equilibrio.
- Periodo (T): Es el tiempo que tarda en ocurrir una oscilación completa.
- Frecuencia (f): Es la cantidad de oscilaciones (t) que ocurren por unidad de tiempo (1 segundo, un minuto, etc.), su unidad es el hercio o hertz (Hz)

- Longitud de Onda (λ): Es la distancia recorrida en una oscilación completa, si tuviésemos el eje horizontal en términos de la distancia podemos medir al valor de Lamda (longitud de onda) entre 3 nodos consecutivos.
- Velocidad en la onda: Es la distancia que recorre un ciclo completo de la onda en un determinado tiempo. Lo que vendría a ser el producto entre la longitud de onda y la frecuencia, esta velocidad es diferente a la velocidad de propagación de una onda ya que esta última depende de algunas características que desarrollar más adelante.

2.8. ENERGÍA

Según Serway “todo proceso físico que ocurra en el universo involucra energía” (Serway, 2008), para abordar mejor este ítem necesitamos tener en cuenta 3 magnitudes dinámicas.

- Trabajo (W): Es el producto entre la fuerza constante efectuada por un agente externo y el desplazamiento total (2.8.1). Cuando el trabajo es efectuado en una dimensión la fuerza aplicada es la componente a lo largo de la línea de movimiento (2.8.2).

$$W = F s \quad (2.8.1)$$

$$W = F \Delta x \cos \alpha \quad (2.8.2)$$

El trabajo y la energía están estrechamente relacionados pues cuando un sistema realiza trabajo sobre otro sistema se transfiere energía entre los 2. La energía puede ser de tipo potencial o puede ser cinética.

- Energía cinética: Cada vez que se efectúa un desplazamiento este se relaciona con una velocidad. Cuando una partícula con una determinada masa se desplaza con cierta rapidez se dice que su energía cinética está dada por la ecuación (2.8.3).

$$K = \frac{1}{2} mV^2 \quad (2.8.3)$$

El teorema de trabajo y energía establece que si una fuerza realiza trabajo en un sistema el único cambio en el sistema será su rapidez, entonces el trabajo neto será el cambio de energía cinética del sistema.

$$W_{neto} = K_f - K_i = \frac{1}{2}mV_f^2 - \frac{1}{2}mV_i^2 \quad (2.8.4)$$

- **Energía potencial:** Es el mecanismo de almacenamiento de energía y está asociada a la configuración del sistema. La energía potencial de un sistema puede ser gravitatoria –energía potencial gravitatoria- (2.8.5), el peso del objeto es constante en el sistema pero su altura puede variar dependiendo de la configuración, esta altura resulta ser directamente proporcional a la energía potencial. Es decir a más altura más almacenamiento de energía.

$$U_g = mgh \quad (2.8.5)$$

La energía potencial también puede ser elástica, supongamos que tenemos el sistema de la “figura 1”, cuando estiramos o comprimimos el resorte la energía potencial es almacenada en el resorte esta energía viene dada por la ecuación (2.8.6), k es una constante que depende de las características del resorte (N/m).

$$U = \frac{1}{2}kx^2 \quad (2.8.6)$$

Si el sistema estuviese basado en una partícula tendríamos la ecuación (2.8.7).

$$U = \frac{1}{2}mx^2 \quad (2.8.7)$$

La energía mecánica total de un sistema está dada por la suma de la energía potencial y la energía cinética. (2.8.8)

$$E_{mecanica} = U + K \quad (2.8.8)$$

2.9. TIPOS DE ONDA

Cuando se producen perturbaciones las ondas pueden propagarse de alguna de estas maneras: como ondas longitudinales, como ondas transversales o la combinación de estas 2 denominadas ondas superficiales, recordemos que las ondas transportan energía. Estos tipos de ondas poseen comportamientos mecánicos distintos que se mostrarán a continuación.

- Ondas longitudinales: Son aquellas en las que el movimiento de las partículas es paralelo al movimiento de la propagación, es decir que las partículas y la propagación van en el mismo sentido. El sonido es una onda mecánica de tipo longitudinal, lo que implica que necesita de un medio material para su propagación.

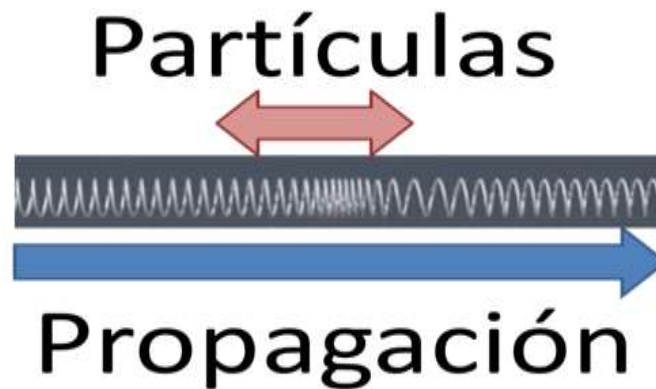


Ilustración 4. *Onda longitudinal.*

Obtenida de: <http://fisicadu.tumblr.com/>

- Ondas Transversales: Son aquellas en las que el movimiento de las partículas es perpendicular al movimiento de la propagación. Es decir que las partículas suben y bajan pero la propagación va de izquierda a derecha. La luz es una onda de tipo transversal y no requiere un medio material para su propagación.

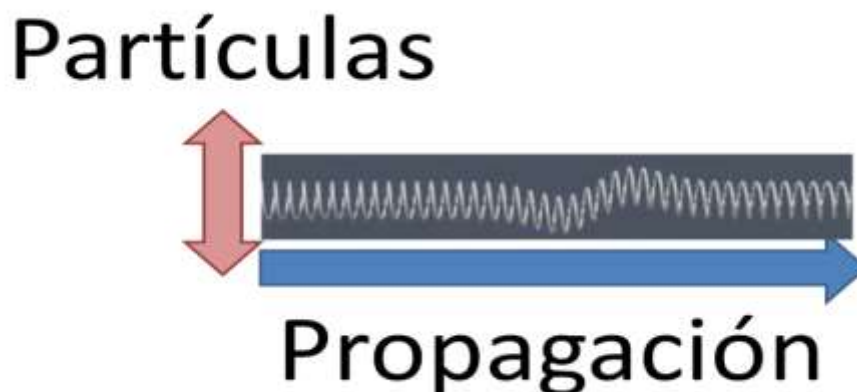


Ilustración 5. *Onda transversal.*

Fuente: Autor

- Ondas superficiales: Son aquellas en las que el movimiento de las partículas es en trayectoria elíptica pero la propagación se mantiene.

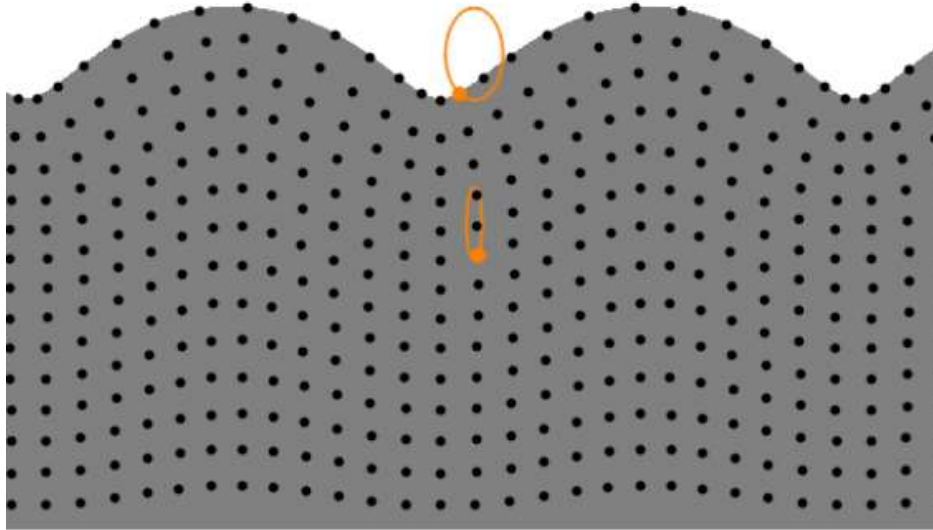


Ilustración 6 Onda Superficial.

Obtenida de: <http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/waves/wavemotion.html>

Como vimos anteriormente el sonido es una onda mecánica que se propaga a través de un determinado medio, siendo así una onda de tipo longitudinal.

Cuando nos encontramos en un elemento como el aire y un cuerpo entra en vibración este transfiere energía a las partículas cercanas a él desplazándolas y a su vez estas desplazan otras partículas causando un cambio en la densidad del medio. La perturbación se propaga a su través mediante la interacción de sus moléculas.

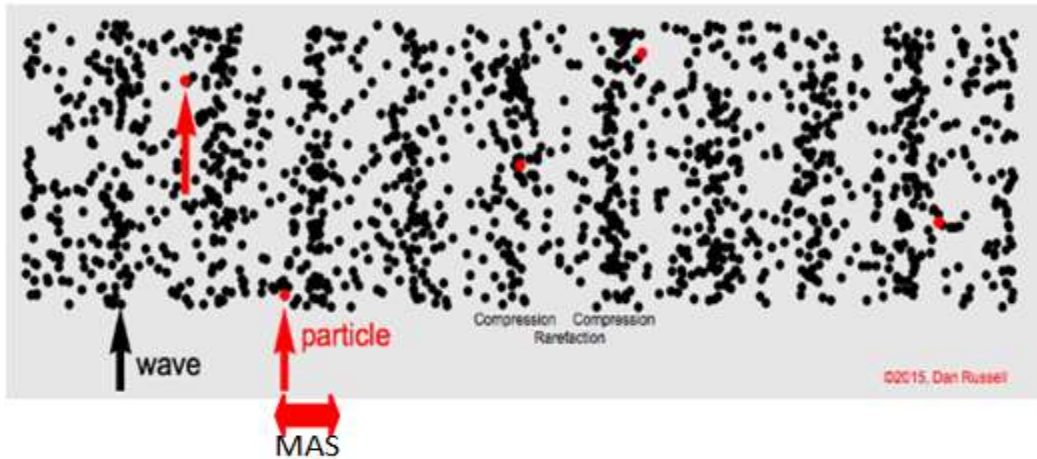


Ilustración 7 Onda transversal y partículas.

Obtenida de: [Ir](#)

Como ves las partículas efectúan un MAS a partir de un punto de equilibrio entregando la energía transferida por el elemento en vibración a las demás partículas, Cuando las partículas están más cerca la una de la otra se denomina compresión y cuando están más alejadas es una rarefacción, la longitud de onda en una onda sonora es la distancia que hay entre 2 compresiones sucesivas o entre 2 rarefacciones sucesivas.

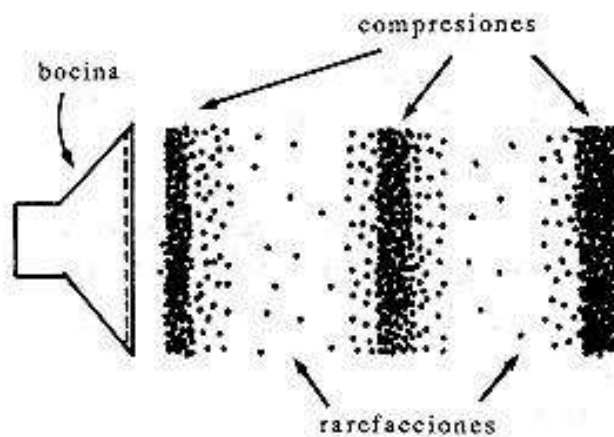


Ilustración 8 Compresión y rarefacción.

Obtenida de: [Ir](#)

Las compresiones y rarefacciones en una onda simple están representadas de la siguiente manera:

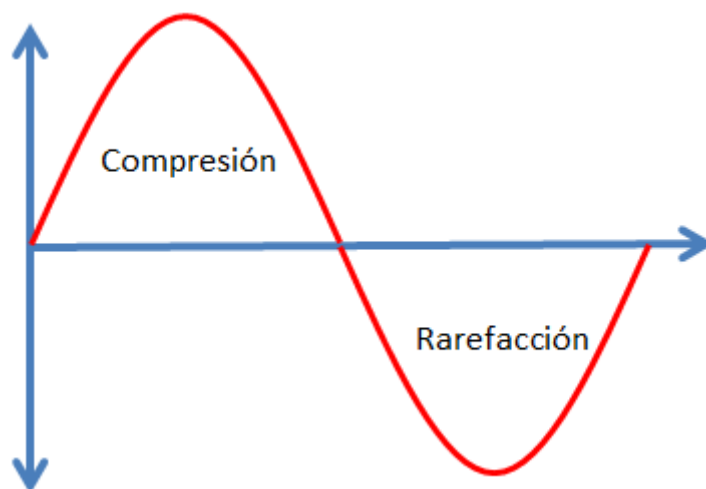


Ilustración 9. Compresión y rarefacción en una onda simple.

Fuente: Autor.

2.10. SONIDO

Desde la acústica el sonido se produce cuando “un disturbio que se propaga por un material elástico causa una alteración de la presión o un desplazamiento de las partículas del material que puedan ser reconocidos por una persona o un instrumento” (Leo L, 1954). Desde la física “un cuerpo, como un diapasón o una cuerda de violín, vibran y causan una perturbación en la densidad del medio. La perturbación se propaga a su través mediante la interacción de sus moléculas” (Tipler, 1995), por otra parte “Si la fuente de las ondas sonoras vibra sinusoidalmente las variaciones de presión también son sinusoidales.” (Serway, 2008).

Teniendo en cuenta las apreciaciones del sonido desde la acústica y la física podemos concluir que: El sonido es una onda mecánica producida por elementos en vibración, esta onda viaja por un medio elástico mediante la alteración estado de las partículas y finalmente es percibida por el humano, cabe resaltar también pueden ser reconocidas por un instrumento como un micrófono.

Cuando la fuente sonora vibra transfiere energía a las partículas del medio desplazándolas y a su vez estas desplazan otras partículas causando cambios en la densidad del medio. La perturbación se propaga a través del medio mediante la interacción de las moléculas. Debido a que el sonido necesita de un medio material para

propagarse es una onda mecánica longitudinal. Cuando ocurre transporte de energía en las partículas produce ondas las cuales se denominan ondas sonoras. Cuando estas ondas sonoras viajan por el aire las partículas de dicho medio experimentan un movimiento armónico simple produciendo cambios de densidad y presión. Para que el oído humano pueda percibir el sonido este debe estar dentro de cierto rango de frecuencias las cuales van desde 20Hz a 20000Hz.

Como vimos anteriormente las ondas sonoras son de tipo longitudinal, estas se producen cuando la perturbación en el medio es causada por un cuerpo en vibración, a estos cuerpos entregan energía al medio se catalogan como emisores. Al medio material por el cual viajan las ondas sonoras se le conoce como medio, estos medios pueden ser sólidos, líquidos o elementos gaseosos. Por último está el receptor el cual es el elemento que entra en vibración para percibir a las ondas que viajan por el medio estos elementos pueden ser tu oído o un micrófono.

Cualquier sonido puede describirse mediante tres características perceptuales: intensidad, tono y timbre:

La intensidad: La intensidad es la percepción de que tan fuerte o que tan débil escuchamos un sonido. Si nos alejamos o nos acercamos a una fuente sonora nuestra percepción será más débil o más fuerte respectivamente, comúnmente asociamos esta intensidad con el volumen. La intensidad depende de la amplitud y la frecuencia, la fuente sonora al entregar energía al medio hace que estas 2 cambien.

Ejemplo: Si agito una vara cierta distancia (amplitud) lentamente (frecuencia baja), estoy entregando energía a las partículas del medio (el aire) pero no estoy produciendo sonido. Si agito la vara con la misma amplitud pero mucho más rápido seguramente produciré sonido. Si la amplitud resulta ser baja o 0 sencillamente no estaría alterando las partículas y no habría sonido.

El oído humano puede detectar un gran intervalo de intensidades y además el proceso de escucha no es lineal sino de tipo logarítmico, allí el nivel sonoro (β)

se mide en dB (decibeles) (2.10.1). I_o corresponde a la intensidad umbral de audición la cual tiene un valor de $I_o = 1 \times 10^{-12} \frac{W}{m^2}$.

$$I = \frac{P}{A} \rightarrow \text{Intensidad} = \frac{\text{Potencia (W)}}{m^2} \quad (2.10.1)$$

$$\beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_o}\right)$$

- **Resonancia:** Es importante aclarar este ítem para complementar las definiciones de Tono y Timbre. Según la RAE la resonancia se define como un sonido producido por repercusión de otro, un ejemplo de ello es cuando nuestras cuerdas vocales vibran haciendo que otros órganos cercanos vibren con la misma frecuencia.
- **El tono:** Es la cualidad que nos permite clasificar los sonidos como graves o agudos, esta cualidad está relacionada con la frecuencia. En acústica cuando se produce un sonido este posee un movimiento vibratorio principal (tono fundamental) y uno o más movimientos vibratorios secundarios (causados por la resonancias del tono fundamental).
Si tenemos 2 instrumentos como una guitarra acústica y un piano ambos pueden emitir una misma nota es decir el mismo tono, un DO que tiene una frecuencia de 261.6 Hz lo que nos permite distinguir a que instrumento perteneció cada nota es el timbre.
- **El timbre:** EL timbre o matiz, es la forma de onda de un sonido, es decir el contenido, el timbre viene asociado a la tonalidad puesto que es el conjunto sonoro de: tono fundamental y tonos secundarios (debidos a las condiciones anatómicas, fisiológicas o a la forma de la fuente de sonido), al resonador predominante es al que se le llama timbre.

Retomemos el ejemplo anterior de la guitarra acústica y el piano, ambos realizan la misma nota pero lo que diferencia la nota que produce cada instrumento son las características físicas de cada instrumento como sus materiales y estructura, es decir que el timbre es lo que caracteriza un sonido de otro permitiéndonos así distinguir entre diferentes sonidos.

El sonido adquiere velocidad de propagación dependiendo del elemento por el cual circula. Normalmente estos elementos son sólidos, líquidos o elementos gaseosos.

Dependiendo de la cercanía de sus partículas además de la temperatura y la presión, la velocidad del sonido en dichos elementos cambia.

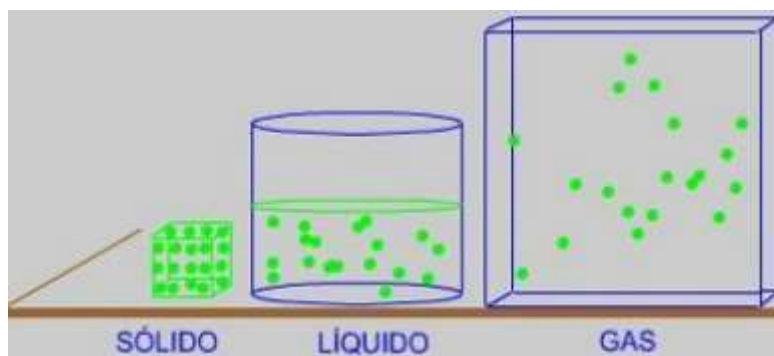


Ilustración 10 *Partículas en sólido, líquido y gaseoso.*

Fuente: [ir](#)

Por consiguiente la velocidad del sonido en los líquidos es mayor que en el aire pero, no mayor que en los sólidos. Esto ocurre porque las partículas están más cercanas la una de la otra en los líquidos respecto a las partículas del aire, y están aún más cerca en los sólidos.

Al estar más cerca la una de la otra efectúa un desplazamiento menor para entregar energía, por ende, es más veloz la propagación.

Por otra parte la velocidad de las ondas sonoras en un determinado medio depende de la razón entre el cambio de presión y el cambio de volumen a lo que se le denomina módulo de compresibilidad o módulo volumétrico.

La temperatura es un factor que influye proporcionalmente en estas velocidades, la velocidad del sonido en el aire a 0°C es de 331 m/s, a una temperatura de 20°C la velocidad es de 343 m/s

CAPÍTULO 3

DESARROLLO

En el siguiente capítulo se mostrará el desarrollo llevado a cabo para la culminación de la herramienta, se describirán las diferentes actividades junto con su distribución, se mostrarán los instrumentos visuales, auditivos y programables que fueron usados y por último la descripción de cada escenario con su respectiva actividad.

3.1. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Para la construcción de la herramienta se usó el motor de videojuegos llamado “Unity”. Esta herramienta consta de 3 temas generales: ¿Qué es el sonido?, Características del sonido y Componentes del sonido. Los cuales están orientados a: definir conceptos relacionados con el sonido, relacionar estos conceptos con ondas e ir generando representaciones para complementar la información. A continuación se describirán las actividades propuestas para cada tema:

- **¿Qué es el sonido?:** Para este tema se usaron 2 actividades cada una de ellas tiene su propio escenario 3D la primera actividad es la ilustración del sonido: En esta actividad se realiza una definición general del sonido, a medida que se va dando la definición aparecen 3 modelos 3D que apoyan la narración del locutor. Como primera animación se muestra una guitarra siendo tocada, el sonido viaja por el aire desplazando las partículas llegando finalmente hasta oído. La segunda animación muestra el movimiento de las partículas del aire con su respectivo movimiento oscilante. Como tercera animación se sitúa a la persona inmersa en una ciudad y se muestra como se desplazaría un objeto cotidiano a la velocidad del sonido. Esta primera parte se diseñó con la intención de que el usuario fortalezca y relacione de forma visual el concepto del sonido, que vea a través de representación visual en 3D como las partículas transportan energía y finalmente vea mediante un objeto cotidiano la distancia recorrida del sonido en una fracción de segundo.

Continuando con el tema está la segunda actividad en la cual se muestra lo que

se necesita para que haya sonido: un Emisor, un Medio y un Receptor. En esta actividad se deja a la persona en una habitación con diferentes objetos. Los objetos emitirán sonidos y se mostrara la propagación de ellos a través de la habitación ejemplificando así lo que habla el narrador. La intención es detallar las características necesarias para que haya sonido y mostrar como las partículas entregan la energía unas a otras propagando así las ondas sonoras.

- **Características del sonido:** Este tema se divide en 3 actividades, en la primera de ellas se muestran 2 tipos de onda: *onda longitudinal* y *onda transversal*. En esta actividad se define y se visualiza una animación que muestra el comportamiento de las partículas de una onda longitudinal, posteriormente y de igual manera una animación para onda transversal. El fin de esta actividad es mostrar que tipo de onda es el sonido y también diferenciar entre ondas longitudinales y ondas transversales, se agrega un objeto cotidiano que presenta un comportamiento similar a las partículas en ondas longitudinales y ondas transversales para reforzar la explicación.

En la siguiente actividad se exponen los *componentes de una onda*. Allí se muestran cada una de las partes de una onda sinusoidal (gráfica y matemáticamente), posteriormente se deja al usuario manipular por separado los componentes de una onda para que pueda ver los cambios que ocurren en amplitud y frecuencia. La meta de esta actividad es detallar las magnitudes de una onda y dar una introducción para que pueda ver cómo estos elementos se relacionan con el sonido, en otro escenario.

Por último tenemos la tercera actividad que hace alusión a la *propagación del sonido*. En esta parte se le muestra y se le proporcionan datos al usuario del comportamiento del sonido en: Sólido, Líquido y Gaseoso. En esta actividad se describen algunas características que adquiere o que pierde el sonido en los 3 elementos como su velocidad y su propagación. El propósito de esta actividad es poder visualizar el comportamiento del sonido.

- **Componentes del sonido:** Para el último tema se abordaron los 3 componentes del sonido: Tono, Intensidad y Timbre. Para esta actividad se definió y se

ejemplificar cada uno de estos componentes, además el usuario experimentará representaciones particulares de cada uno de ellos. El propósito de esta actividad es mostrarle al usuario estas características y cómo estos componentes se relacionan con la Amplitud (Intensidad) y la frecuencia (Tono y Timbre).

Cada una de las actividades anteriormente señaladas tiene como objetivo mostrarle al usuario en un ambiente virtual los conceptos relacionados con el sonido. A continuación se muestran 3 grandes herramientas que se usan a lo largo de las diferentes actividades para lograrlo:

- Herramientas audiovisuales y audibles 8D: La función de las herramientas audiovisuales y audibles son definir, narrar y/o describir los conceptos a medida que transcurren las actividades. Además, explicar al usuario cómo puede interactuar y cuales tareas puede realizar en ellas.
- Interacciones con el usuario: La función de las interacciones están orientadas a que el usuario pueda controlar sucesos que ocurren dentro de las actividades y en la navegación entre ellas.
- Representaciones visuales del sonido: Son las animaciones 3D que se encuentran distribuidas a lo largo de los diferentes escenarios, la función de las representaciones visuales es enriquecer las diferentes explicaciones y mostrar el comportamiento del sonido y las ondas en determinados entornos.

Esta aplicación es innovadora y permite cautivar al espectador lo que facilita que sea utilizada como medio para el abordaje o fortalecimiento de conceptos que se tienen en áreas afines, usando nuevas herramientas para interactuar en ambientes virtuales y entender fenómenos físicos a través de dispositivos tecnológicos.

El propósito de esta herramienta es motivar al usuario en el proceso de investigación en los temas abordados dentro de la aplicación, a través de la curiosidad y la observación, permitiendo así la generación de hipótesis y formulación de preguntas.

3.2. DISTRIBUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Cada una de las actividades elaboradas está contenida y distribuida en 5 diferentes escenarios, a continuación se mostrará dicha distribución:

Escenario 0:

Es el escenario en el cual se presenta el locutor explicando cómo navegar por la herramienta

Escenario 1:

La actividad que se aborda en este escenario es: *¿Qué es el sonido?*. En este escenario se expone la definición de sonido mediante herramientas audiovisuales, se muestra la transferencia de energía entre las partículas y luego se definen los conceptos de Emisor, Medio y Receptor. Todo esto se hizo a través de animaciones 3D .

Características del Sonido: El tema principal que se aborda en estos escenarios es: Características del Sonido. Este consta de 3 actividades las cuales se dividieron en 3 escenarios ya que se abordaban temas importantes y extensos. Debido a lo anterior la distribución quedó de la siguiente manera:

Escenario 2:

La actividad es Onda Longitudinal y Onda Transversal: Se hace la explicación y diferenciación entre Onda Longitudinal y Onda Transversal, esto se realiza mediante animaciones y herramientas audiovisuales.

Escenario 3:

La actividad es Componentes de una onda: Se muestran y se definen las partes de una onda y posteriormente se permite al usuario interactuar con elementos de una onda específicamente Amplitud y frecuencia de onda.

Escenario 4:

La actividad es Propagación del sonido: En este escenario se explica y se muestra la propagación del sonido en los 3 elementos: sólido, líquido y gaseoso. Esto se realiza usando herramientas visuales e interacciones con el usuario.

Escenario 5:

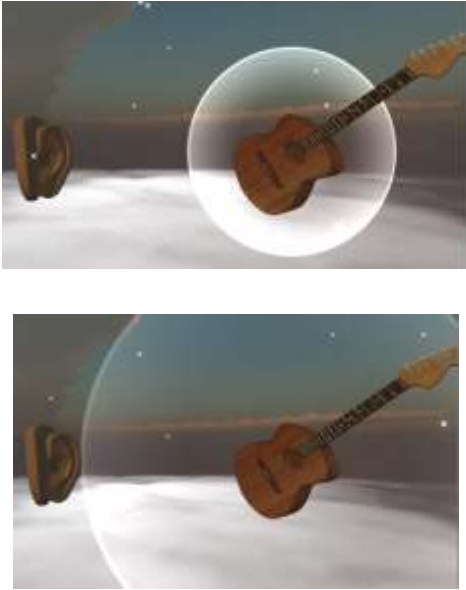
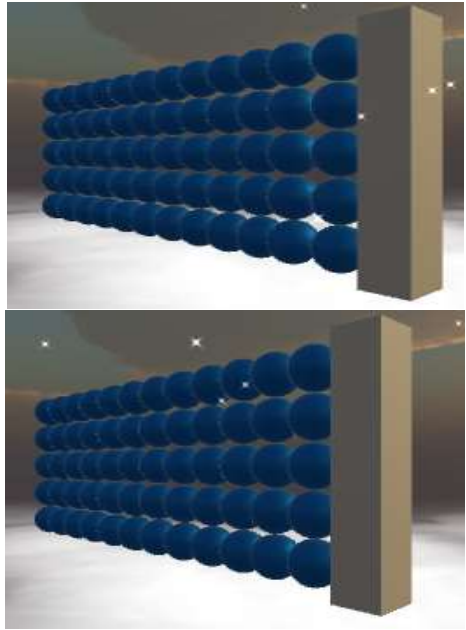
Componentes del sonido: Es la última actividad y en ella se muestran los componentes del sonido Tono, Intensidad y Timbre, posteriormente se definen según la elección del usuario. En este escenario se complementan las definiciones mediante herramientas audiovisuales, interacciones con el usuario y representaciones visuales.


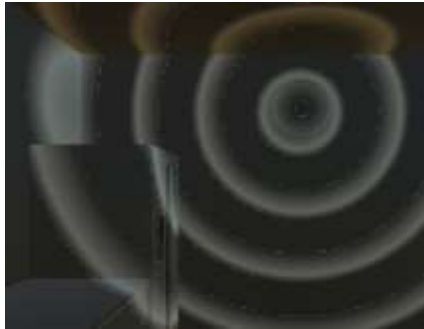
3.3. DESCRIPCIÓN DE ANIMACIONES.


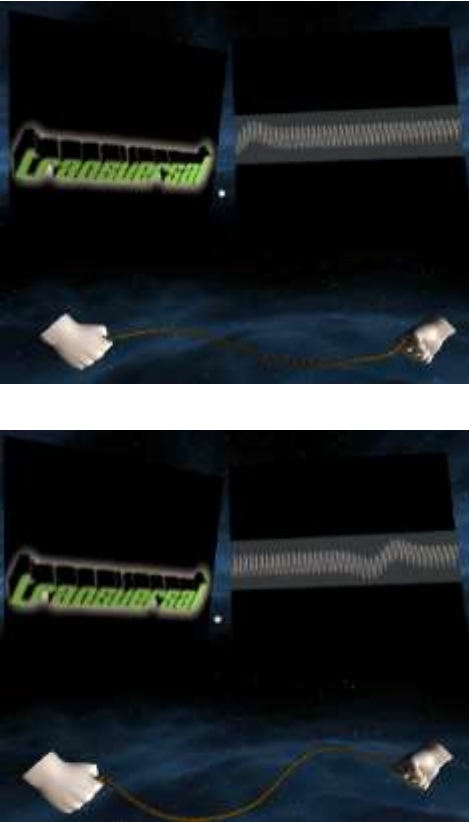
En cada uno de los diferentes escenarios se implementaron animaciones con el fin de complementar, favorecer y enriquecer las definiciones y/o explicaciones mostradas en cada uno de los escenarios.

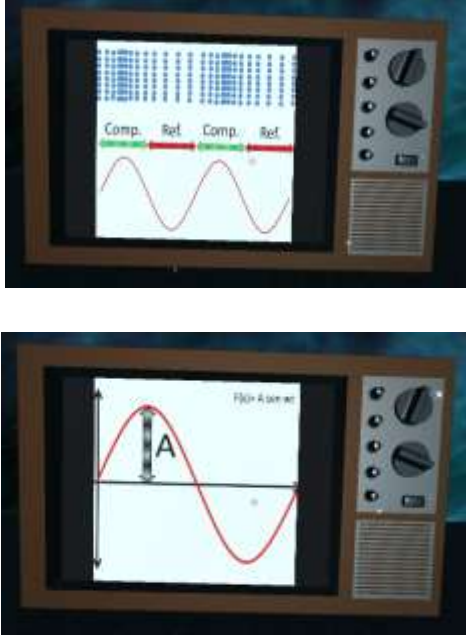
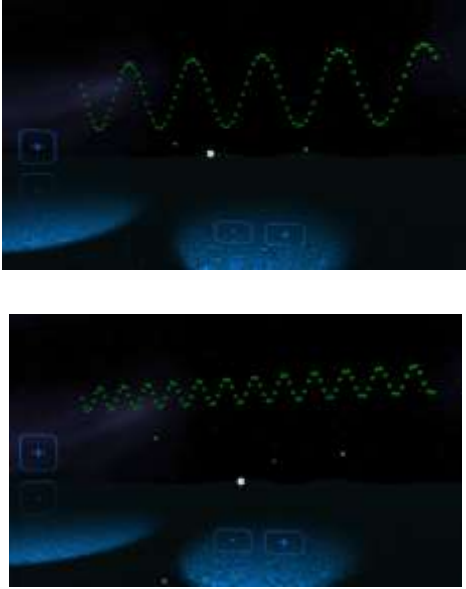
Algunas de las animaciones fueron reutilizadas para animar otros objetos en otros escenarios. En la siguiente tabla se describen las animaciones usadas.

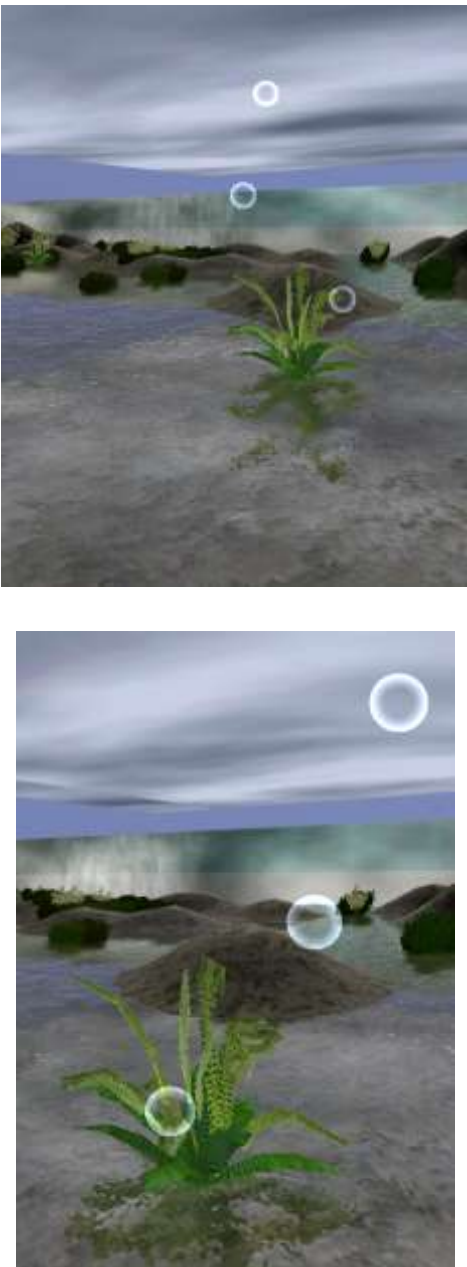
Escenario	Animación	Descripción	Fin
Todos	Movimiento audios	Se sitúa la voz del locutor dentro de un objeto, posteriormente se anima el objeto.	Mejorar la experiencia de inmersión puesto que con el plugin 8D el sonido generado dentro de los escenarios 3D parece que sonara en el mundo real. (Mas información del plugin aquí)

<p>¿Qué es el sonido?</p>	<p>Onda sonora a partir de un foco puntual.</p> 	<p>Es una animación sonora que muestra la propagación de una onda sonora en el aire a partir de un foco a partir.</p>	<p>Mostrar una representación visual del sonido y ver como se propaga esféricamente, lo cual no se puede ver en el mundo real.</p>
	<p>Movimiento de las partículas</p> 	<p>Es una animación que muestra el movimiento de las partículas en el aire cuando un elemento vibra</p>	<p>Mostrar cómo oscilan las partículas después de transferirles energía, lo cual no se puede ver en el mundo real.</p>

	<p>Objeto con velocidad del sonido.</p> 	<p>En esta animación se acelera un automóvil para que recorra 344 metros en un segundo.</p>	<p>Mostrar como un objeto cotidiano se desplaza si le imprimimos la velocidad del sonido (recorrer 3 calles y media en poco más de 1 segundo),</p>
	<p>Emisor, Medio y Receptor.</p> 	<p>Es una animación que muestra el desplazamiento del sonido a través de los objetos contenidos en la habitación.</p>	<p>Pretende emular un “súper poder”, el de poder ver las ondas en los objetos (sólidos). Y explicó posteriormente emisor, medio y receptor</p>
<p>Características del Sonido (Onda Longitudinal)</p>	<p>Onda longitudinal</p>	<p>Son 3 animaciones (título, resorte, ejemplo)</p> <p>El texto señala el tipo de onda, el resorte muestra la energía se trasfiere</p>	<p>Ejemplos cotidianos de ondas longitudinales.</p>

<p>l y Onda Transversal)</p>		<p>sin transportar materia longitudinalmente.</p>	
	<p>Onda transversal</p> 	<p>Son 3 animaciones (título, resorte, ejemplo) El texto señala el tipo de onda, el resorte muestra la energía se trasfiere sin transportar materia transversalmente.</p>	<p>Ejemplos cotidianos de ondas transversales.</p>

<p>Características del Sonido (Componentes de una onda)</p>	<p>Explicación</p> 	<p>Es un televisor que contiene un video elaborado por el autor donde se explican los componentes de una onda.</p>	<p>Mostrar las partes de una onda básica, y ver las correspondencias de esta en la gráfica, es decir: El periodo en la función seno es este... y en la gráfica el periodo corresponde a esto...</p>
<p>Características del Sonido (Componentes de una onda)</p>	<p>Editar Onda.</p> 	<p>Es una onda que permite variar parámetros en amplitud y en frecuencia.</p>	<p>Que la persona varié en tiempo real la amplitud y la frecuencia de una onda, evidenciando los cambios que se producen en la onda en consecuencia a sus acciones.</p>
	<p>Animar burbujas</p>		

<p>Características del Sonido</p> <p>(Propagación del sonido)</p>		<p>Es una animación de burbujas saliendo del lecho marino.</p>	<p>Realizar un ejemplo común de un sonido bajo el agua.</p>
	<p>Animar sonidos</p>	<p>Es una animación radial en 3 dimensiones que muestra cómo se propaga el sonido (esféricamente). A partir de un foco</p>	<p>Representar el movimiento esférico del sonido en un determinado</p>



puntual

entorno.

Animar sonidos 2



Es una animación radial en 2 dimensiones que muestra cómo se propaga el sonido sobre un sólido.

Representar el movimiento de la onda sonora sobre un material.

Animar peces en 'X y Z'



Es una animación que imita el nado de peces pequeños.

Imitar el nado de los peces. (decoración)

Animar peces en `Y`



Es una animación que imita el nado de peces o mamíferos grandes.



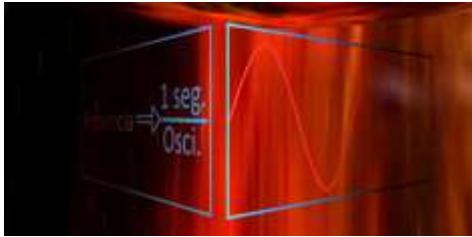
Imitar el nado de los mamíferos o peces grandes.
(decoración)

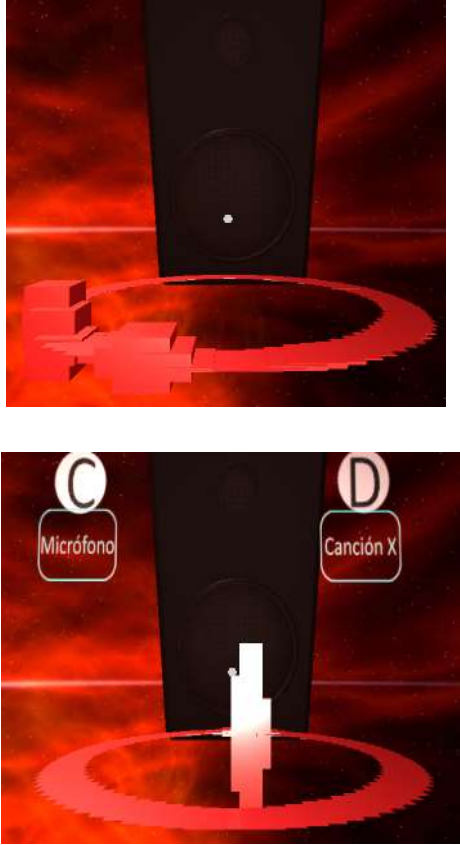
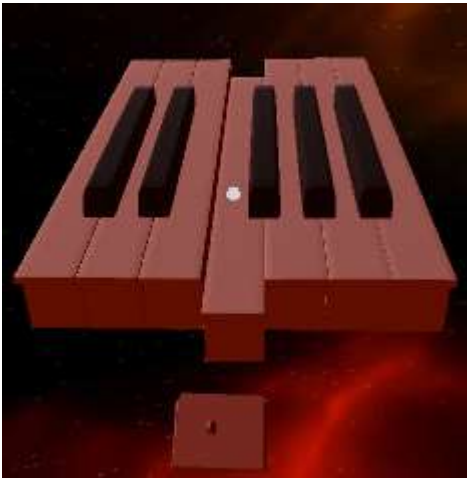
Cae pelota

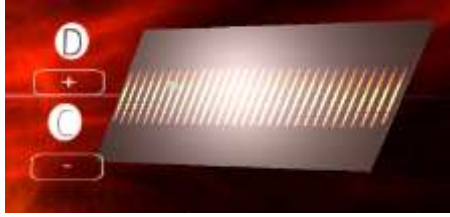


Es una representación animada que imita el rebote de una pelota.

Representar el rebote de una pelota al contacto con un sólido.

		<p>Animación que permite generar una representación visual de la voz de la persona.</p>	<p>Generar una representación visual de los sonidos que emite la persona, tomando su voz desde mundo real y representándola en el virtual.</p>
<p>Componentes del sonido</p>	<p>Giro explicación (Tono, Intensidad y Timbre)</p>  	<p>Cubo giratorio con solo 4 caras para poner imágenes alusivas a la definición a desarrollar. Esta animación se usa en las definiciones de tono, intensidad y timbre, simplemente se cambian los materiales de cada cara según el escenario</p>	<p>Resaltar 4 puntos importantes del tema a desarrollar.</p>

	<p style="text-align: center;">Analizador.</p> 	<p style="text-align: center;">Analizador de espectro, el cual puede mostrar un barrido en frecuencia o las diferentes frecuencias de la voz de la persona. (en tono esta esta animación)</p>	<p style="text-align: center;">Mostrar las distintas frecuencias que produce la voz de la persona inmersa o de una canción.</p>
	<p style="text-align: center;">Sintetizador</p> 	<p style="text-align: center;">Es un sintetizador que va a mostrar las notas de un piano, si se presiona e interruptor mostrara las notas de una flauta. (en timbre)</p>	<p style="text-align: center;">Mostrar que 2 instrumentos pueden producir la misma nota (tono), pero que por diferentes cualidades inherentes al instrumento su timbre es diferente</p>

	<p>Intensidad.</p> 	<p>Es una animación que muestra como varia la intensidad de un sonido en Amplitud</p>	<p>Debido a que la intensidad está asociada con el volumen, se empleó una animación que pudiera variar este parámetro</p>
--	--	---	---

3.4. DESCRIPCIÓN DE SCRIPTS

Los scripts son herramientas estructuradas a base de código que poseen gran variedad de usos dentro de Unity dependiendo de su construcción y de las diferentes declaraciones usadas, a continuación se mostrarán los diferentes scripts usados.

Script	Función	Usado para
Iralmenúprincipal	Controla la navegación por los escenarios, si se mira por 3 segundos realiza una acción.	El usuario pueda interactuar con los botones y/o eventos que ocurren dentro de la aplicación. En el trabajo hay gran variedad de Scripts similares puesto que dependiendo del botón se realiza determinada acción, aun así la estructura de cada script es la misma.

Activar_y_desactiv ar_cosas	Comparar los objetos que entran en contacto, cuando el objeto tiene el tag correcto se pueden realizar acciones.	liberar las distintas animaciones y/o características que se encuentran contenidas en determinados objetos (una propagación del sonido, un sonido, una interacción)
controladolvl	Es quien muestra las animaciones para que coincidan con los tiempos de los audios	Hay escenarios en los cuales las animaciones no se activan con colisionadores. Esto se hace para que coincidan los tiempos entre narrador-animaciones.
Audiomenuvisual	Crea un circulo a partir de objetos prefabricados, a cada uno le asigna una frecuencia y le dará un valor de amplitud, estas características dependerán de una fuente de sonido cercana.	Es el analizador de espectro usado para mejorar la explicación de tono.
Cambiar_tamaño	Cambia el tamaño de un objeto en particular, el tamaño puede ser en cualquier dimensión	Ampliar el tamaño de uno de los modelos, este tamaño se cambia en Y para hacer alusión de la amplitud de una onda.

Joystick	Permite identificar cambios en el joystick efectuados por el usuario a través del mando bluetooth	Entrada que permite controlar el tiempo dentro del escenario que hace referencia a la propagación del sonido.
Tiempo	Permite ajustar el tiempo dentro de la aplicación excluyendo audios, entre más cercano a 0 más lento y a 1 el tiempo normal	Poder apreciar las animaciones con más detalle.
Visualcubodisparo	Recibe el audio del exterior y a partir de ello dispara esferas de luz, la cantidad de esferas disparadas es proporcional a la duración del audio exterior.	Disparar objetos con luz para ver los objetos contenidos en una habitación.
Sebassonar_objeto	Es un script que permite controlar un shader, de modo que si un objeto entra en contacto con este en un determinado punto, se toman las coordenadas espaciales de dicho punto de contacto y se libera la animación en ese sitio.	Permite recorrer objetos 3D, la idea es mostrar como el sonido recorre los objetos.
Grahp	Crea una onda seno a partir de objetos fabricados	Mostrar como varia la amplitud y la

	además permite cambiar la amplitud y a frecuencia de la onda	frecuencia de una onda en tiempo real.
Destruir_objeto	Destruir un objeto prefabricado al cumplir una determinada condición.	Usado para destruir los objetos con luz y no sobrecargar memoria.
Volumen	Controla la intensidad de un sonido determinado dentro de la aplicación	Permite aumentar o disminuir la intensidad de un sonido en el escenario de componentes del sonido.
tocarpiano	Contiene las 7 notas del piano y las 7 notas de una flauta, dependiendo de la configuración de un botón externo genera las notas del piano o las notas de la flauta.	Poder reproducir las notas ordenadamente y tener un control sobre que instrumento suena y cual no.

3.5. DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS

A continuación una descripción más detallada de cada uno de los escenarios.

3.5.1. ESCENARIO 1: ¿QUÉ ES EL SONIDO?

Como vimos anteriormente este escenario posee 2 momentos, ambos momentos son explicativos el usuario puede ver las animaciones y eventos pero no puede controlarlas.

A 0°, primeramente se define el sonido por el narrador, mientras lo hace se muestra un ejemplo visual, el cual corresponde a: una guitarra produciendo un sonido, enseguida se muestra como el sonido se propaga esféricamente a partir de un foco puntual llegando hasta el sistema auditivo.



Ilustración 11. Animación 1, escenario 1.

Fuente. Autor.

A 120°, se libera la narración y animación que muestra el movimiento oscilatorio de las partículas en el aire.

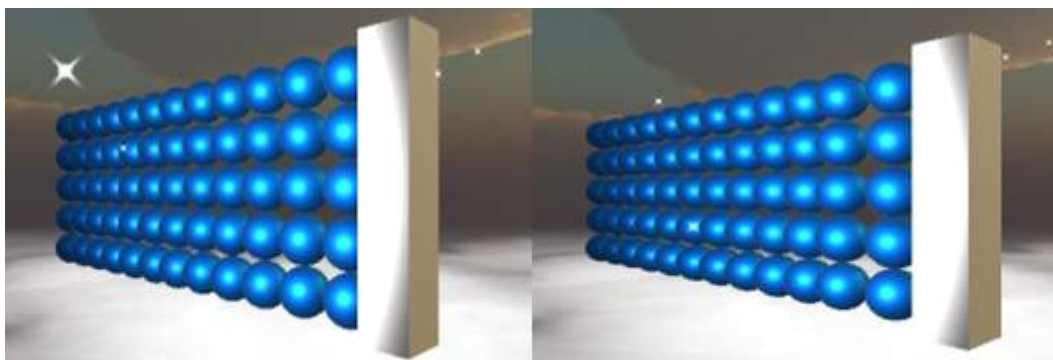


Ilustración 12. Animación 2, escenario 1.

Fuente. Autor.

A 240°, de las nubes emerge una ciudad en la cual hay un automóvil estacionado, cuando emerge totalmente se libera la narración en la cual se habla de la velocidad del sonido en el aire. Posteriormente se muestra el desplazamiento del automóvil si este viajara a la velocidad del sonido (3 calles y media de 100 metros en poco más de 1 segundo).

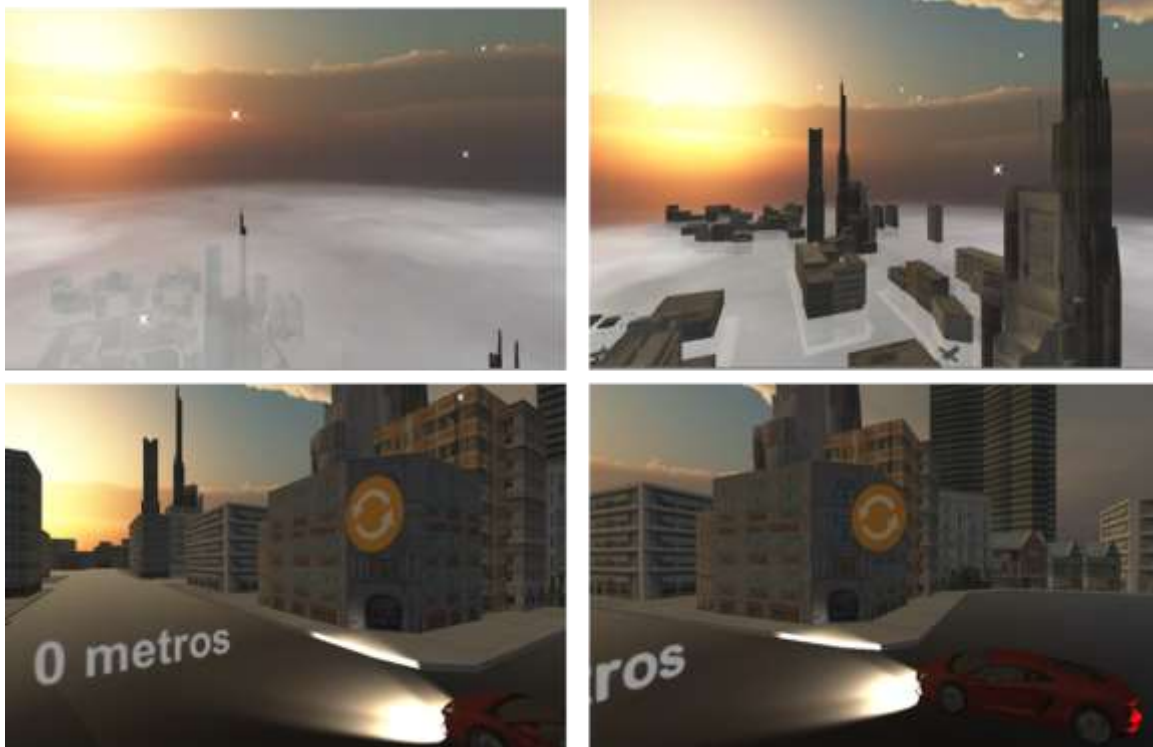


Ilustración 13 Animación 3, escenario 1.

Fuente. Autor.

Se cambia de escenario mediante un botón llegando a este. En esta segunda sección se añaden explicaciones sobre los elementos que se necesitan para que haya sonido (un Emisor, un Medio y un Receptor), mientras se muestra como el sonido recorre los diferentes objetos que se encuentran en la habitación. Se concluye con un panel de acción para repetir el escenario o continuar.

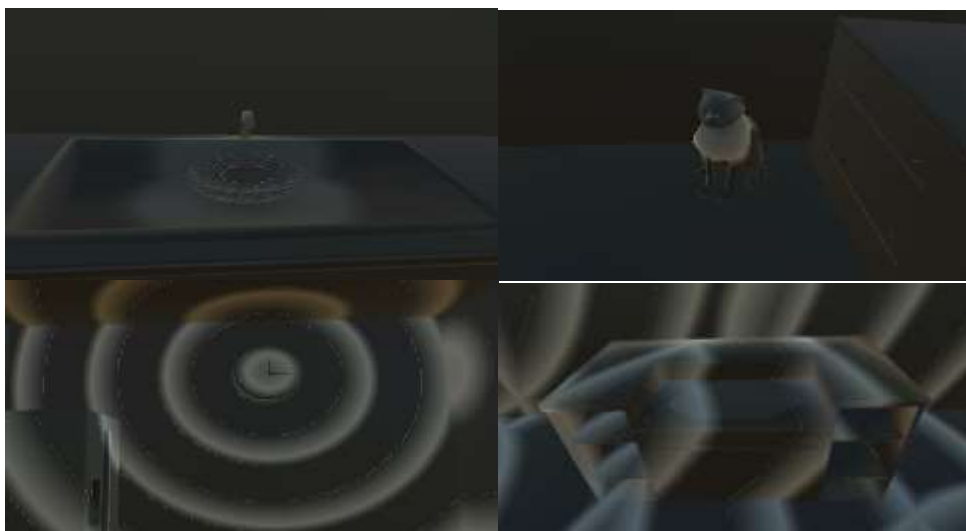


Ilustración 14 Animación 4, escenario 1.

Fuente. Autor.

El entorno para este escenario es en el cielo sobre una nube, con el fin de hacer alusión a el movimiento de las partículas y de la velocidad del sonido en el aire. En el centro de la nube está ubicada la persona inmersa.

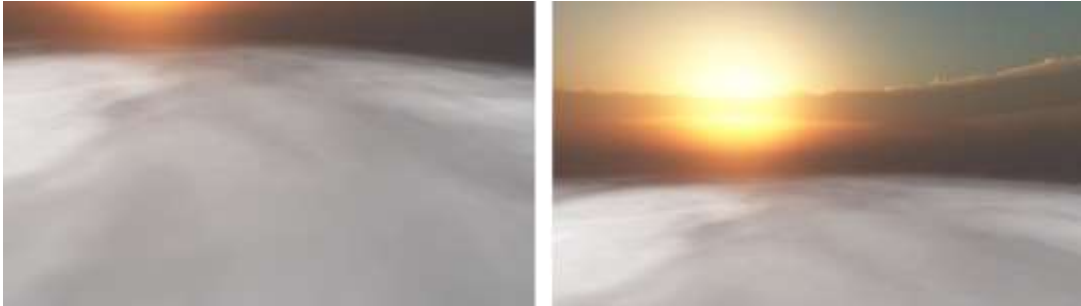
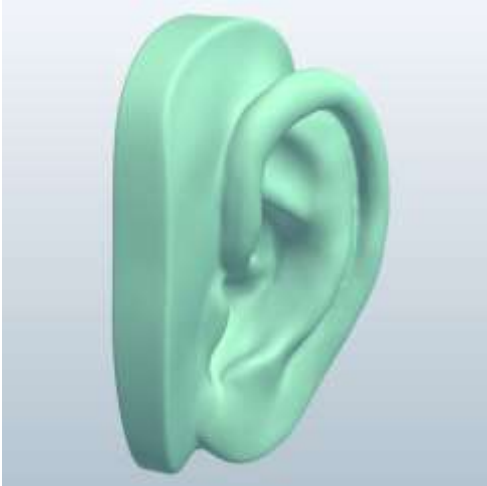





Ilustración 15 Vista del escenario 1, sin iniciar.

Fuente. Autor.

La siguiente tabla contiene los modelos utilizados para este escenario:

Modelo	Nombre	Función
	Oído	Complementar explicación. Tomado de: Ir

	<p>Guitarra</p>	<p>Complementar explicación. Tomado de: Ir</p>
	<p>Cocina</p>	<p>Es e entorno general donde se realizara la explicación y las animaciones. Tomado de: Ir</p>
	<p>Gato</p>	<p>Es una de las fuentes sonoras (emisor). Tomado de: Ir</p>
	<p>Reloj</p>	<p>Es una de las fuentes sonoras (emisor). Tomado de: Ir</p>
	<p>Gota de agua cayendo sobre platos</p>	<p>Es una de las fuentes sonoras (emisor). Tomado de: Ir</p>

 <p><small>The City by Herminio Nieves 2015</small></p>	<p>Ciudad</p>	<p>Ambientación para experimento del carro. Tomado de: Ir</p>
 <p><small>Free3Dmodels.com</small></p>	<p>Automóvil</p>	<p>Ambientación para experimento del carro. Tomado de: Ir</p>
	<p>Panel</p>	<p>Encargado de mostrar las acciones a seguir al terminar la actividad</p>

3.5.2. ESCENARIO 2: ONDA LONGITUDINAL Y ONDA TRANSVERSAL.

En nuestro segundo escenario se aborda la actividad Onda Longitudinal y Onda Transversal. El propósito de este escenario no solo fue definir los 2 tipos de ondas y mostrar que tipo de onda es el Sonido, sino también mostrar mediante animaciones simultáneas el comportamiento y el movimiento de las partículas en cada tipo de onda y evidenciar así diferencias entre ambas.

Este escenario es netamente explicativo. Inicia con una breve introducción para llamar la atención de la persona inmersa, posteriormente se inicia una herramienta aditiva y una animación general que posee 2 animaciones internas denominadas Onda Longitudinal y Onda Transversal. Estas animaciones se realizan en cascada complementando así el audio de la herramienta auditiva.

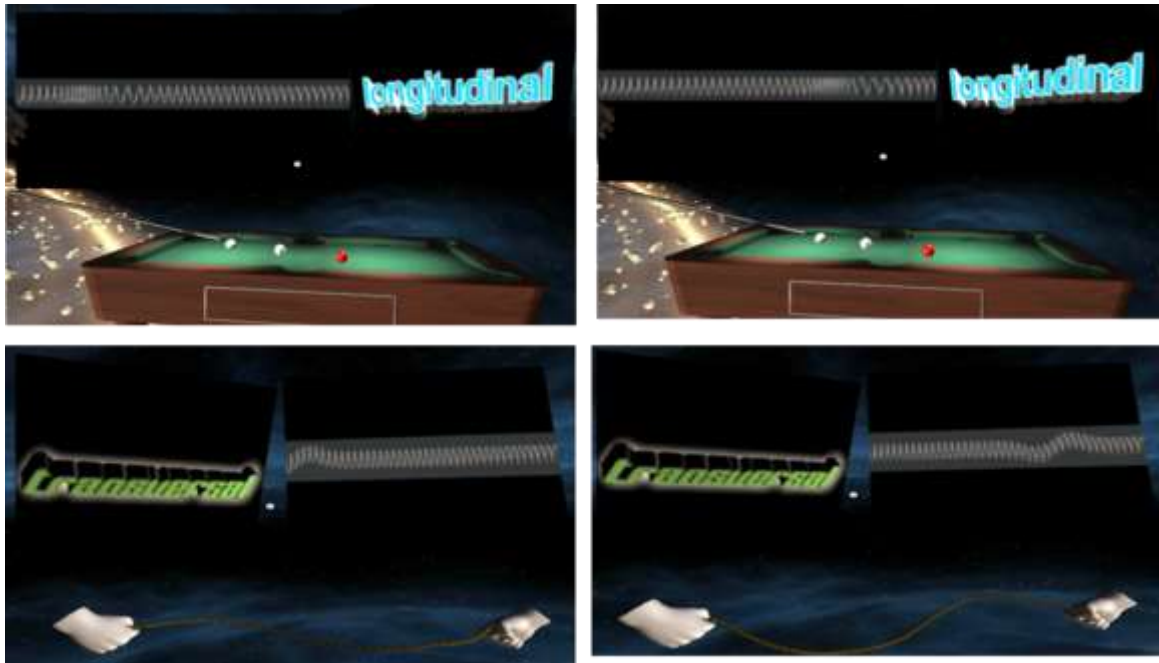


Ilustración 16. Animaciones en cascada de Onda transversal y Onda longitudinal

Fuente: Autor.

Este escenario se realizó en un ambiente espacial con el fin de hacer la siguiente aclaración sobre el sonido. -El sonido al ser una onda de tipo longitudinal necesita de un medio material para propagarse. La cantidad de oxígeno en el espacio es casi nula y ya que no contamos con un medio, no puede haber sonido-. Al finalizar la actividad aparece un panel con los pasos a seguir.

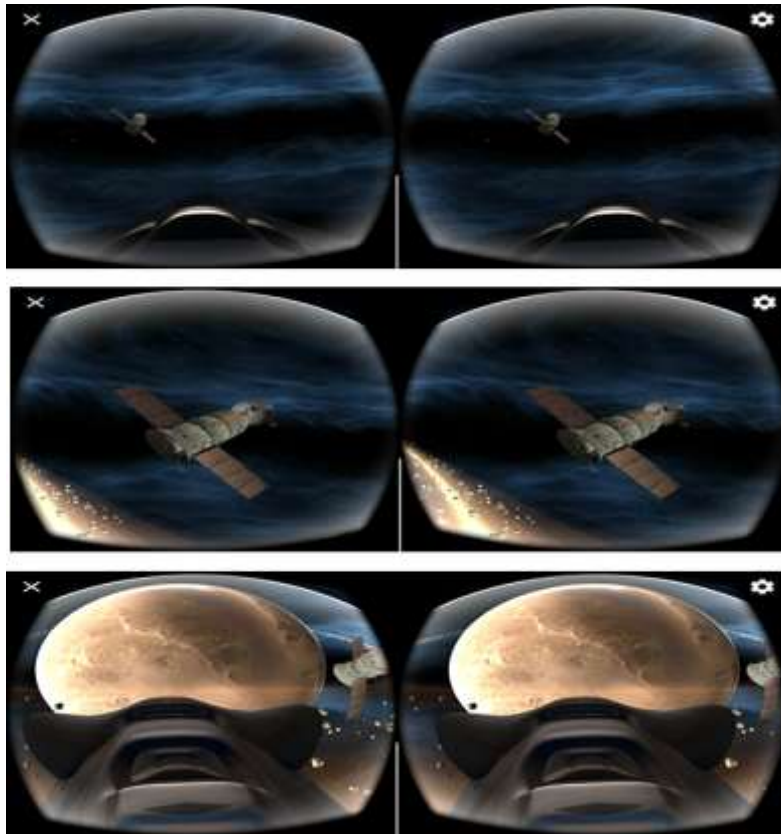







Ilustración 17 Ambiente en el escenario Onda longitudinal y Onda Transversal

Fuente. Autor.

La siguiente tabla contiene los modelos usados en este escenario.

Modelo	Nombre	Función
	Nave	Ambientación

	<p>Satélite</p>	<p>Ambientación</p>
	<p>Panel</p>	<p>Encargado de mostrar las acciones a seguir al terminar la actividad</p>
	<p>Billar</p>	<p>Permitir desarrollar una breve aclaración del transporte de energía (energía y masa) Tomado de: ir</p>
	<p>Mano</p>	<p>Recurso para mejorar la animación de una cuerda Tomado de: Ir</p>

3.5.3. ESCENARIO 3: COMPONENTES DE UNA ONDA.

Para el escenario número 3 se desarrolló la actividad Componentes de una Onda. Los propósitos de este escenario fueron: explicar que es una onda, dar una introducción sobre ondas, mostrar la ubicación en la gráfica de las diferentes partes de una onda, controlar independientemente variables como amplitud y la frecuencia de onda y por último preparar a la persona para un escenario futuro (**Componentes del Sonido**) en donde evidenciará cómo estos elementos se relacionan con el sonido.

La actividad en este escenario se dividió en 2 momentos, Como primer momento es netamente explicativo pues pretende explicar de la mejor manera posible conceptos que se verán más adelante. Inicia con una breve introducción, posteriormente se aborda el tema de ondas. Este tema se desarrolla a través de un video explicativo en el cual se define que es una onda y se muestran las ubicaciones de las magnitudes “función-gráfica”; a medida que éstos se definen se ubican gráficamente. Cuando culmina la primera parte hay un momento de transición, en el cual el narrador da las instrucciones para la avanzar al momento 2 y continuar con la actividad.

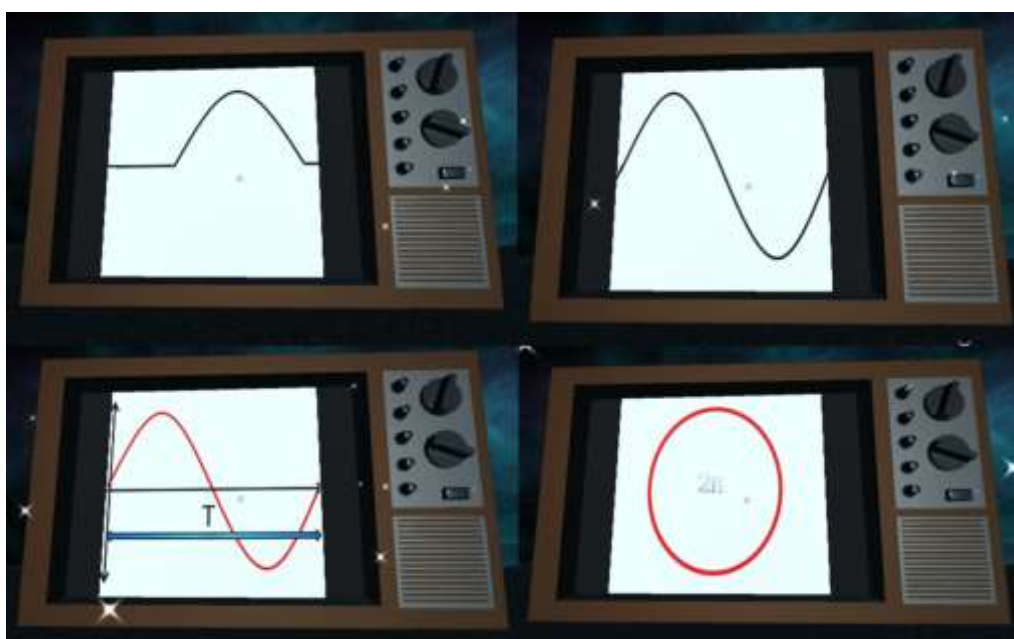
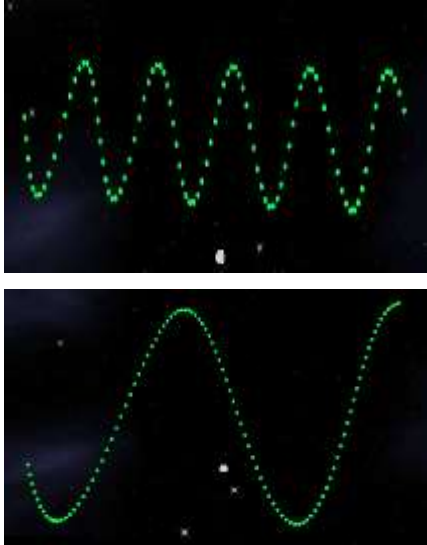


Ilustración 18 *Fragmentos Video explicativo.*

Fuente. Autor.

Para nuestro siguiente momento tenemos 4 interacciones con el usuario ubicadas a su alrededor. Estas interacciones son para que el usuario pueda manipular independientemente ideas vistas a lo largo del momento anterior.

Las interacciones usadas fueron las siguientes:

Costado	Nombre	Descripción	Muestra
Continuo	Amplitud y Frecuencia	Es una onda seno generada por código que permite cambiar los parámetros de: amplitud y frecuencia.	

El entorno para este escenario es la superficie terrestre de un planeta desolado en su mayoría oscuro, montañas en el horizonte, una serie de partículas en la cámara y un poco de luz a modo de linterna para activar las animaciones.

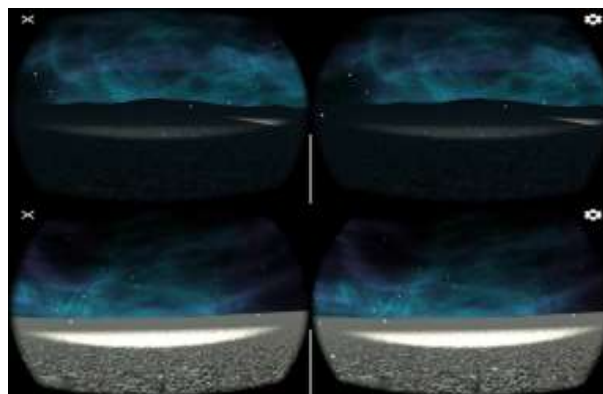





Ilustración 19 *Entorno Componentes de una Onda.*

Fuente. Autor.

Los modelos usados en este escenario fueron:

Modelo	Nombre	Función
	<p>Variar la frecuencia</p>	<p>Permitir que el usuario pueda variar el parámetro: Frecuencia.</p>
	<p>Variar la amplitud</p>	<p>Permitir que el usuario pueda variar el parámetro: Amplitud.</p>
	<p>TV</p>	<p>Ambientación Tomado de: Ir</p>

3.5.4. ESCENARIO 4: PROPAGACIÓN DEL SONIDO.

El objetivo de este escenario fue mostrar algunas cualidades del sonido en los 3 estados de la materia sólido, líquido y gaseoso.

Para este escenario se incluyeron 2 características especiales que estarán presentes solo en 2 zonas de las que se hablará más adelante, zona líquido y zona gaseoso. Estas características son controladas a voluntad por la persona inmersa. La primera característica es la de poder visualizar o no la propagación del sonido y la segunda

característica es la de controlar el tiempo dentro de la aplicación haciendo que transcurra con normalidad o mucho más lento.

En cuanto a la descripción de este escenario. Inicia con una breve introducción acerca de su temática, además de una explicación sobre el uso del mando. Cuando finaliza la introducción aparece un panel que orienta a la persona para que pueda recorrer una determinada zona. Al finalizar cada recorrido vuelve al punto inicial.

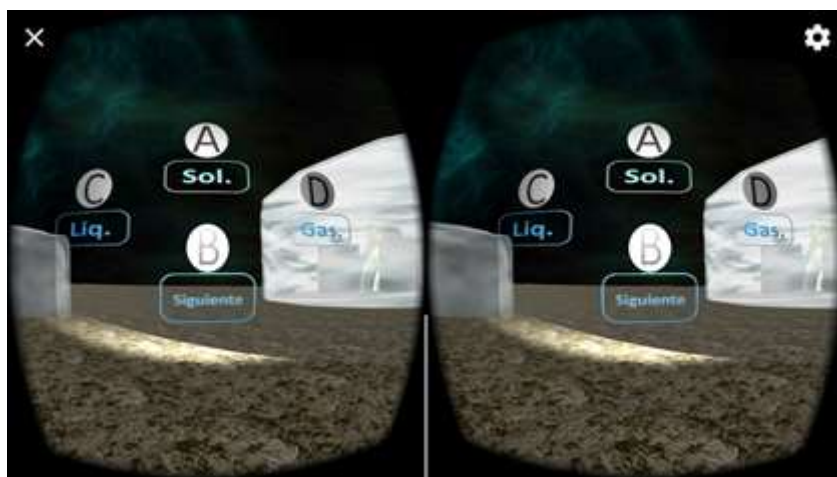


Ilustración 20 Panel principal Propagación de Sonido.

Fuente. Autor.

Las zonas para este escenario son 3, cada zona corresponde a un elemento; la zona 1 se denomina líquido, la zona 2 es sólido y la zona 3 es gaseoso. Al seleccionar una zona en particular se da pie para que una herramienta narre características sonido en el elemento a explorar. A continuación la descripción de cada una de las diferentes zonas.

- **Zona 1: Líquido.** Es un cubo de agua que contiene en su interior corales y peces animados para contribuir a la experiencia. Además cuenta con zonas que liberan burbujas, estas burbujas son liberadas con el fin de generar sonidos bajo el agua y liberar así la animación llamada animar sonidos, animación que muestra la propagación de sonido esféricamente en 3 dimensiones. La idea de esta zona es mostrar la propagación del sonido en el agua y explicar sus características en el elemento.

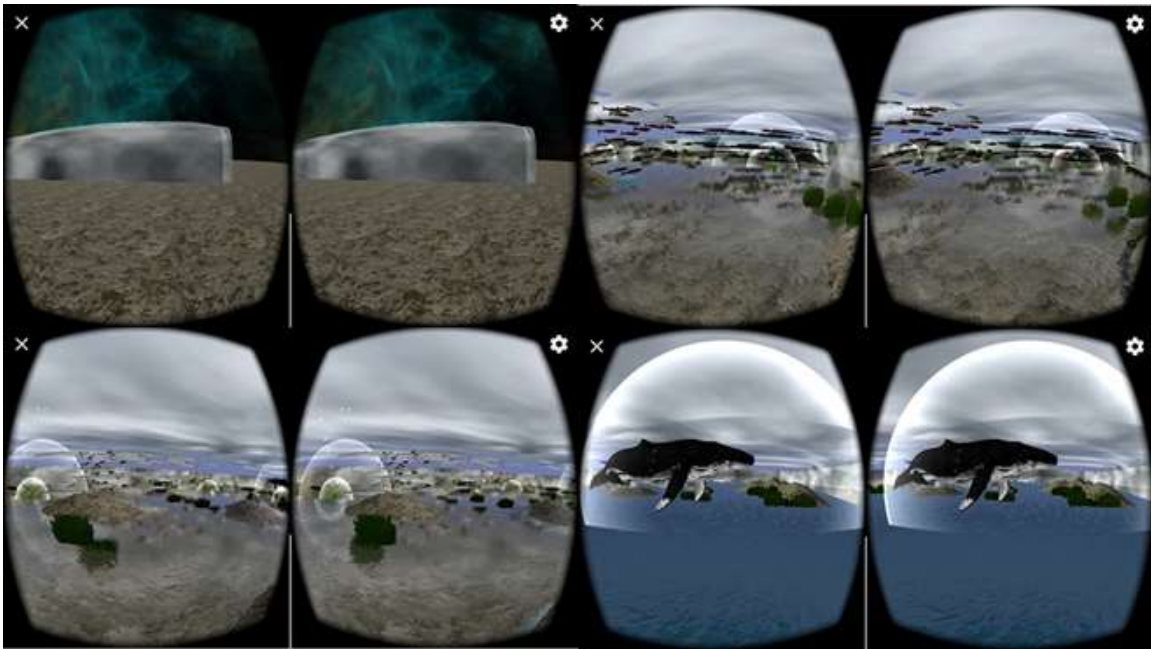


Ilustración 21 del recorrido y de la propagación de una onda de sonido bajo el agua.

Fuente. Autor.

- **Zona 2: Sólido.** Es una zona creada en un escenario independiente, esta zona consta de una habitación denominada ‘sala’ la cual está totalmente oscura, la persona emitirá sonido para que este se disperse y visualice a lo largo de la habitación emulando la ecolocalización pero con nuestros, es decir emitir un sonido pero tener el “poder o habilidad” de ver como este viaja. Lo que pretende es mostrar cómo la voz de a persona inmersa se desplaza a través de la habitaciones, y señalar que las ondas sonoras pueden ser absorbidas o reflejadas por los obstáculos que encuentran a su paso, en el caso las ondas sonoras, pasan de un medio a otro (aire a solidos) cambiando su velocidad pero sin alterar su frecuencia

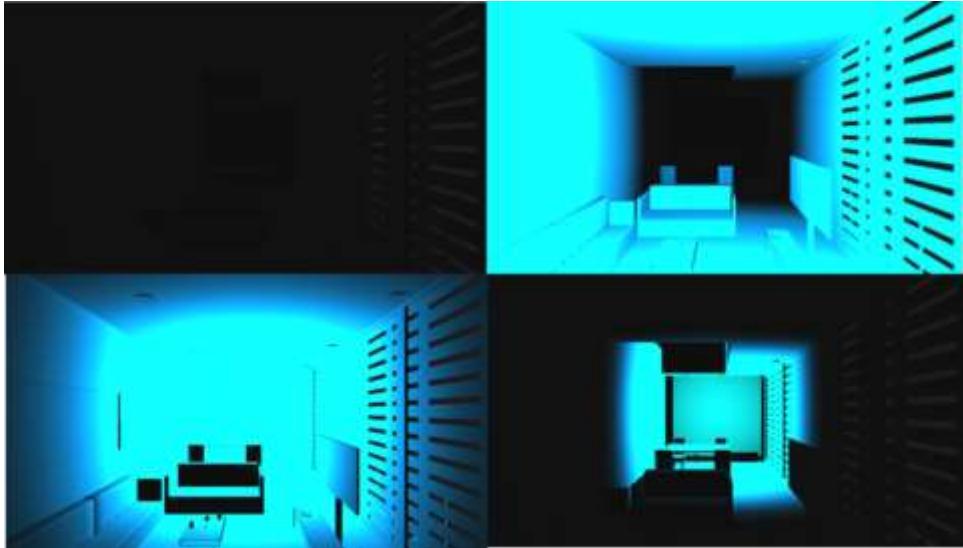


Ilustración 22 Cuadros animación ecolocalizacion espacio cerrado.

Fuente. Autor.

- **Zona 3: Gaseoso.** Es un cilindro que contiene 2 secciones. en la primera sección cae una pelota que rebota en el suelo, al contacto con el suelo se activa un audio y 2 visualizaciones de onda, una en 2 dimensiones que viaja por el suelo y la otra en 3 dimensiones que viaja esféricamente. La segunda sección es un jardín con un lago, un árbol, rocas y pastos altos, es una sección con muchos sonidos y animaciones en 3 dimensiones. Los sonidos que se encuentran allí son: una rana, varios grillos y el canto de un ave, de igual manera que en la zona 1 cada vez que se libera un sonido se libera una animación que lo complementa. La idea de esta zona es mostrar la propagación del sonido en el aire y explicar características de este en dicho elemento.

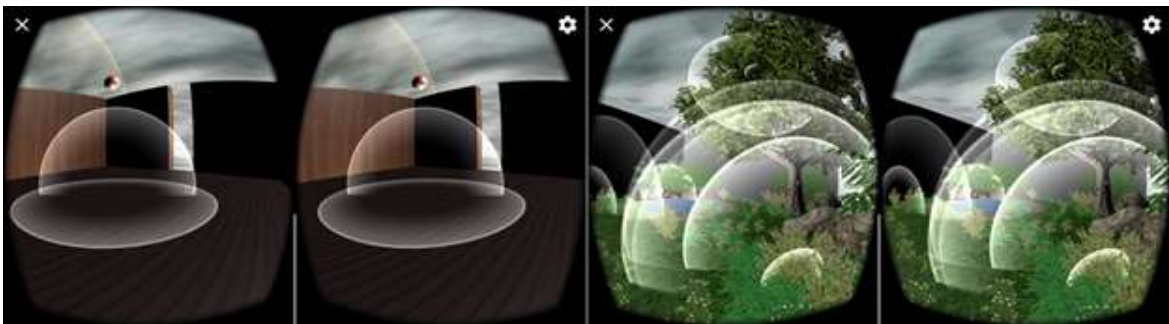


Ilustración 23 Cuadros del recorrido y de la propagación de una onda de sonido en el aire.

Fuente. Autor.

El entorno para este escenario es tranquilo con nada fuera de lo común para hacer que la persona inmersa se enfoque en las 3 zonas. Las zonas están distribuidas triangularmente y la cámara principal está ubicada en lo que vendría siendo el centroide del triángulo.

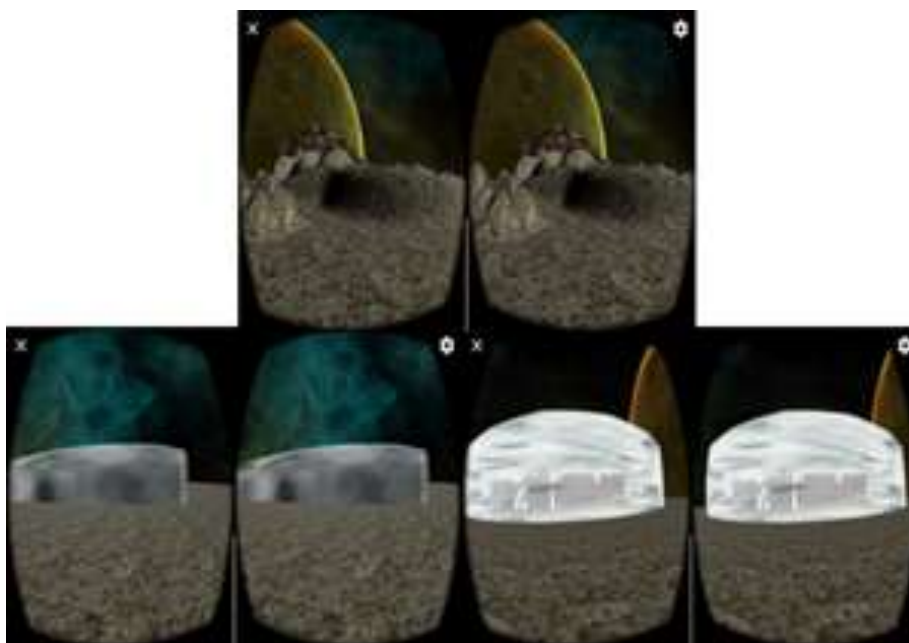



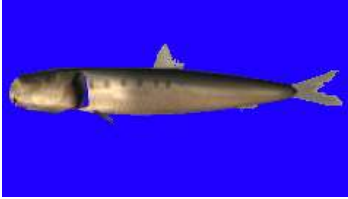
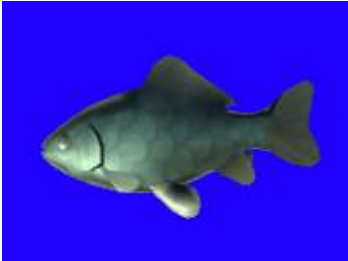

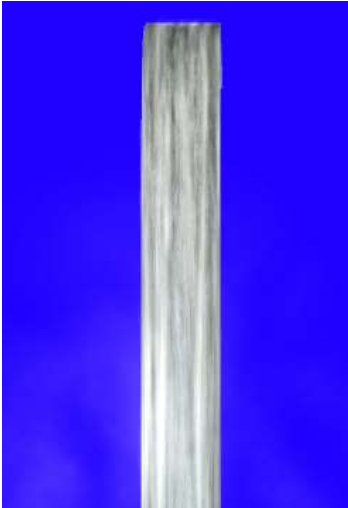
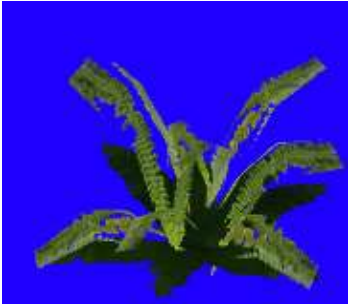
Ilustración 24 Escenario Propagación del Sonido y ubicación de las zonas.


Fuente. Autor.

Los modelos usados para este escenario son los siguientes

Modelo	Nombre	Función
	zona sólido	Ambientación

	<p>zona líquido</p>	<p>Ambientación</p>
	<p>zona gaseoso</p>	<p>Ambientación</p>
	<p>Panel</p>	<p>Encargado de mostrar las acciones a seguir para dirigirse a una zona o terminar la actividad</p>
	<p>cubo pelota</p>	<p>Ambientación</p>
	<p>pelota</p>	<p>Encargado de activar la animación en 3D y 2D, además del sonido al tocar el suelo</p>
	<p>cubo animales</p>	<p>Ambientación</p>

	<p>pez A</p>	<p>Ambientación</p>
	<p>Pez B</p>	<p>Ambientación</p>
	<p>mamífero</p>	<p>Ambientación</p>
	<p>cascada (paredes del cubo)</p>	<p>Ambientación</p>
	<p>helecho</p>	<p>Contener la animación de burbujas y su sonido. Libera la animación en 3D de propagar onda cada vez que se produzca una burbuja</p>

	<p>Casa</p>	<p>Ambientación Tomado de: Ir</p>
---	-------------	---

3.4.5. ESCENARIO 5: COMPONENTES DEL SONIDO.

El propósito de este escenario fue explicar con ejemplos cada uno de los componentes del sonido Tono, Intensidad y Timbre. Esto se hizo relacionando conceptos vistos en el Escenario 3: Componentes de una Onda:

Tono → Frecuencia, frecuencia fundamental.

Intensidad → Amplitud, volumen (percepción)

Timbre → Forma de onda, (calidades físicas de la fuente)

Este escenario inicia con panel que muestra la ubicación de los 3 componentes para que la persona inmersa pueda decidir a cual dirigirse.

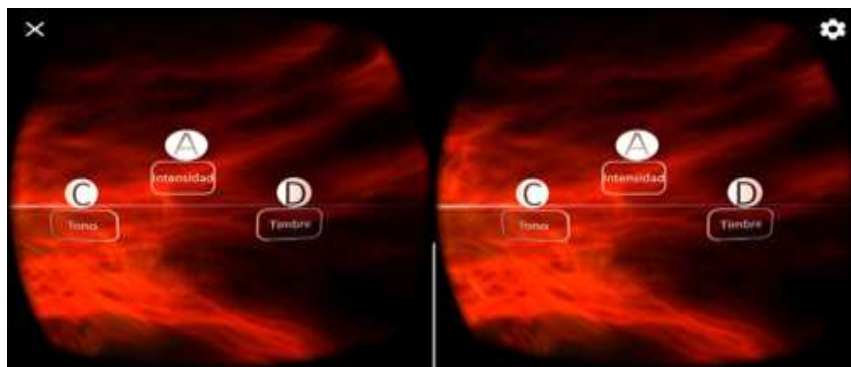


Ilustración 25 Panel Componentes del Sonido.

Fuente. Autor.

Cada uno de los 3 componentes contiene lo siguiente:

Tono: Para el Tono tenemos 2 momentos, el primer momento es una herramienta auditiva y una animación denominada `giro explicación` que se encargan de explicar el tono y relacionar este con la frecuencia (frecuencia fundamental). Para el momento 2 tenemos un analizador de espectro que pretende mostrar las diferentes frecuencias de una un barrido o de la voz de la persona inmersa según sea la elección.

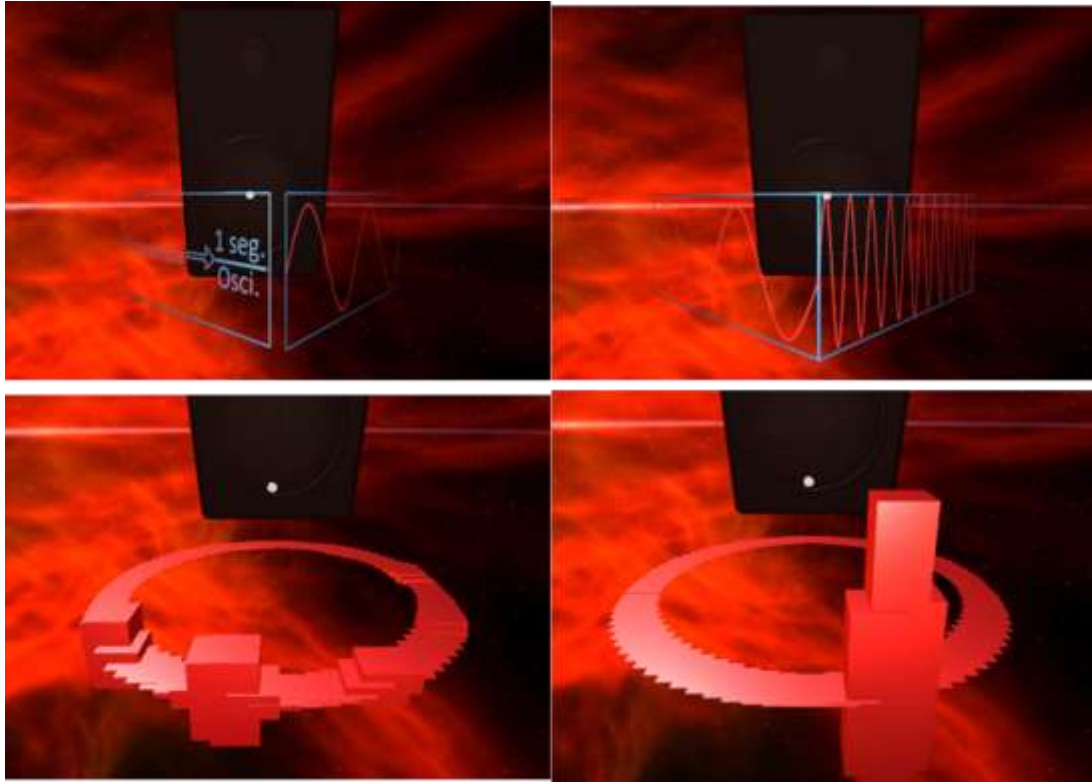


Ilustración 26 Algunos cuadros Tono.

Fuente. Autor.

Intensidad: Para la Intensidad se siguió el mismo patrón que en Tono. En el primer momento el narrador explica y la animación complementa de como los humanos no percibimos la intensidad y como esta se asocia a la frecuencia o amplitud de una vibración. Para el segundo momento tenemos una canción y una gráfica que contiene una un analizador de espectro en 2D. Esta grafica permite variar el volumen de una canción y muestra como esta aumenta o disminuye según las acciones del usuario.

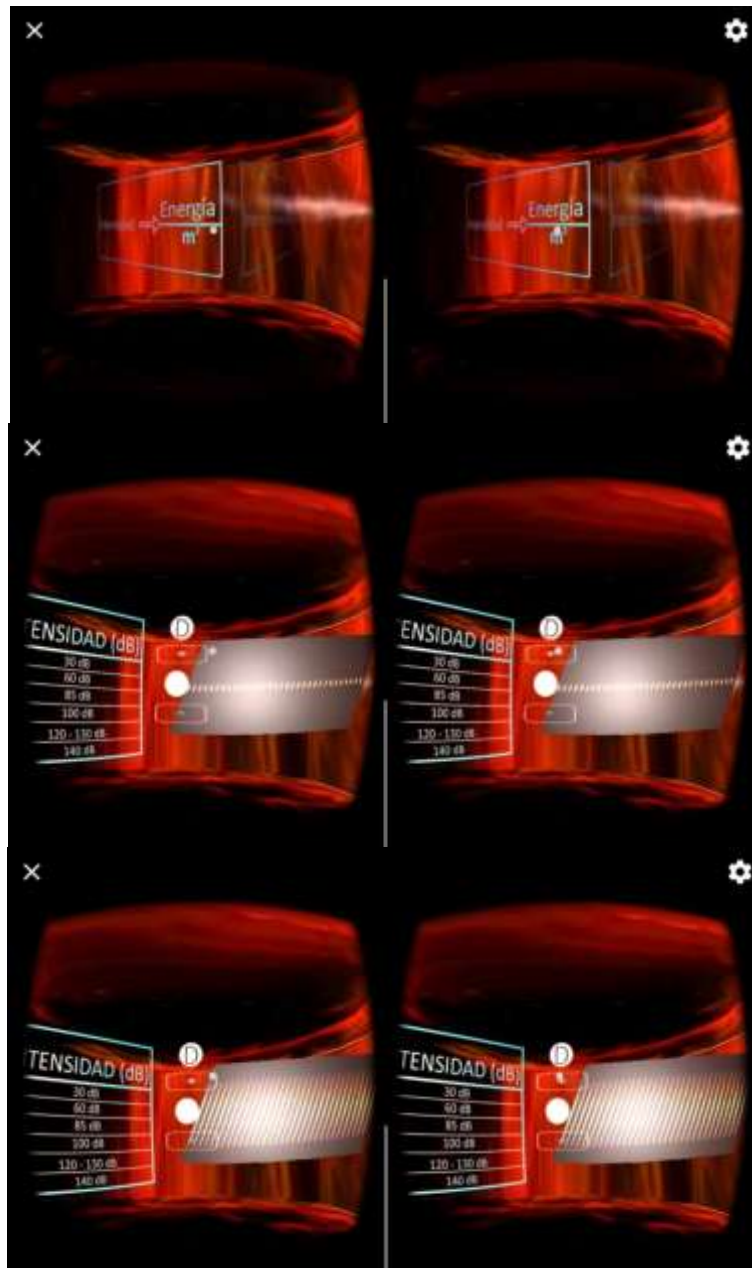


Ilustración 27 Algunos cuadros Intensidad.

Fuente. Autor.

Timbre: siguiendo el patrón, tenemos 2 momentos, en el primer momento se define el timbre y se da un ejemplo cotidiano de cómo el timbre depende de las características físicas del emisor. El ejemplo que se mostro fue Si tenemos 2 instrumentos diferentes una guitarra acústica y un piano, ambos pueden generar el mismo tono es decir la misma nota, pero gracias a las características físicas de cada instrumento como sus materiales y su estructura la forma de onda de dicha nota cambia permitiéndonos distinguir entre diferentes instrumentos y sonidos.

Para el segundo momento se diseñó un sintetizador con las 7 notas musicales, este sintetizador puede generar las notas de 2 instrumentos distintos, el usuario puede decidir que instrumento reproduce sus notas y cual no, por último se le pide a usuario que intente decir que instrumentos generan esas notas.



Ilustración 28 Algunos cuadros Timbre.

Fuente. Autor.

3.6. AUDIOS

El objetivo de estos audios es complementar la inmersión de la persona de modo que no solo sea visual sino también auditiva, además de lo anterior estos pretenden guiar y complementar tanto las interacciones como las explicaciones.

Los audios se elaboraron a partir de un guión (Ver anexo N°1) , este fue realizado según la información que debía contener cada escenario para ello se consultó material bibliográfico de la siguiente manera:

- **Introducción:** Es un audio que pretende familiarizar a la persona inmersa con el narrador.

- Escenario 1: ¿Qué es el Sonido?: Se consultó acerca del sonido y sus características físicas. Para la primera parte se planteó una definición general del sonido y posteriormente se realizó una explicación de los argumentos planteados. Para la segunda parte se consultó acerca de Emisor, Medio y Receptor en donde se definieron cada uno por separado para finalmente relacionarlos entre sí. Para el cierre se hizo una breve orientación.
- Escenario 2: Onda Longitudinal y Onda Transversal: Se averiguó acerca de cada uno de estos tipos de onda, en un solo audio fueron articulados estos temas de la siguiente manera: Introducción al tema, definición de Onda Longitudinal, movimiento de las partículas en este tipo de onda, definición de Onda Transversal, movimiento de las partículas en este tipo de onda y el cierre.
- Escenario 3: Componentes de una Onda: Se indago sobre Ondas y sus diferentes características, como este escenario posee 2 partes los audios se construyeron de la siguiente manera: Para el momento 1 se realizó una introducción al tema, posteriormente se definieron los elementos más importantes que componen una onda. Para el segundo momento se realizaron 2 audios separados que contienen datos relacionados con Amplitud y Frecuencia.
- Escenario 4: Propagación del Sonido: Se consultó material bibliográfico (acústica) acerca del sonido en los diferentes elementos Sólido, Líquido y Gaseoso. Los audios contenidos en este escenario son 4. Una introducción y audios independientes para cada uno de los elementos (Sólido, Líquido y Gaseoso) los cuales contienen apartados importantes del sonido. Como Sólido fue creado en un escenario diferente tiene un audio aparte.
- Escenario 5: Componentes del Sonido: Igual que los anteriores escenarios se consultó material correspondiente. El modo en el que se distribuyeron los audios fue similar al escenario 4, 3 audios independientes, en este caso para Tono, Intensidad y Timbre.
- Otros:
Para el menú principal y actividad de intensidad, se usó una canción de Jazz con el título Sleep Away cuyo intérprete fue Bob Acri con permisos para uso libre.

Para la actividad de tono se usó un barrido en frecuencia, tomado de la plataforma de video YOUTUBE perteneciente al canal: adminofthissite ([visitar](#)),

Para complementar las actividades y animaciones se usaron audios que proviene de fuentes comunes como lo son: automóvil, bombo, campanilla, rana, ave, ballena jorobada, reloj, gato, sonido del mar, cascada, grillo, pelota rebotando y gota de agua. Estos audios están anexados.

El guión que contiene los audios que fueron empleados para cada una de las actividades de están en el Anexo N°1.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

Se construyó una herramienta de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido mediante realidad virtual inmersiva denominada “Visual Wave VR” con el fin de acompañar a procesos de aprendizaje relacionarlos con la física de ondas. Usando el sonido como puente para adentrarnos en este campo.

4.1. NOMBRE DE LA APLICACIÓN.

El nombre de la aplicación es “Visual Wave VR”, que traducida hace alusión a “Onda Visual VR”, la palabra Onda fue escogida ya que a lo largo de la aplicación se hace alusión a las ondas en el caso particular ondas sonoras, la palabra Visual fue elegida debido a que dentro de la aplicación se pueden visualizar características y comportamientos de las Ondas en determinados entornos.

4.2. ICONO DE LA APLICACIÓN.

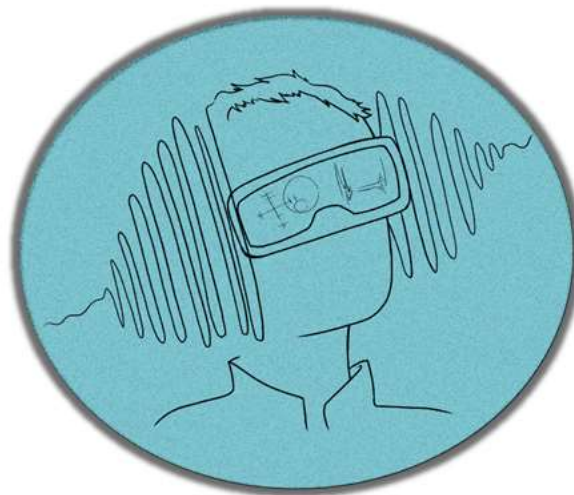


Ilustración 29. Icono Visual Wave VR.

Fuente. Autor.

El logo de esta aplicación consta de un personaje que posee unas gafas de realidad virtual, y una serie de oscilaciones que salen de sus oídos. En conjunto todo hace alusión a lo que se muestra dentro de la aplicación que es visualizar características y comportamientos de las Ondas en determinados entornos.

4.3. REQUERIMIENTOS.

Los requerimientos para el uso de esta aplicación son los siguientes:

- Dispositivo móvil con sensores de acelerómetro para auto rotación y/o giroscopio.
- Sistema operativo Android 5.0 o superior.
- Gafas Cardboard.
- Auriculares con micrófono (preferiblemente el predeterminado por el dispositivo).
- Mando bluetooth Android. (opcional).

4.4. INTRO Y MENÚ GENERADO.

Al iniciar la aplicación el usuario es situado en el escenario 0, en el cual el narrador explica como navegar dentro de la aplicación y algunas acciones a tener en cuenta para mejorar la experiencia.



Ilustración 30 *Intro*.

Fuente. Autor.

El menú que fue elaborado para esta aplicación consta de un panel con 4 opciones generales, para acceder a una determinada opción hay que enfocar la cámara 3 segundos o enfocar sobre una de ellas y pulsar el botón “A”. En cada escenario bajo la cámara se encuentra un botón para acceder a este menú.





Ilustración 31 Menú generado.

Fuente. Autor.

A continuación se muestra con más detalle las diferentes opciones.

Opción	Acción	Muestra.
Iniciar	Inicia la aplicación desde el primer escenario.	

Escenarios	Permite ir a un submenú en el cual están cada uno de los 5 escenarios, permitiendo elegir uno en particular.	
Acerca de	Muestra un pequeño resumen sobre la aplicación.	
Quitar	Finaliza la aplicación	No aplica

4.5. CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó una herramienta en realidad virtual denominada Visual Wave VR como material de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido. El propósito de esta herramienta es el de informar, iniciar, acompañar o de orientar procesos de enseñanza relacionados con la física de ondas a través del sonido.
- Se diseñaron y construyeron representaciones visuales y modelos 3D del sonido que demuestran el comportamiento de esta onda mecánica en diferentes espacios bien sean elementos físicos u objetos. Estos comportamientos son audibles en la vida cotidiana, pero en el plano virtual no solo fueron audibles sino también visibles.
- Se diseñaron y programaron herramientas que permiten captar el sonido generado por el usuario y en base a esto controlar, modificar o alterar animaciones y objetos dentro de la aplicación favoreciendo las diferentes definiciones y explicaciones manejadas dentro de la aplicación.

- Se implementó una mejora auditiva que está basada en la función de transferencia relacionada con la cabeza, esta mejora logra que los sonidos generados dentro de la aplicación sean localizados y percibidos espacialmente por la persona inmersa, esto se logró y se implementó con el fin de mejorar la experiencia inmersiva y enriquecer la herramienta.
- La herramienta es innovadora y aprovecha el potencial que tiene los dispositivos móviles para ser usados como herramientas educativas, motivando la curiosidad y contribuyendo en el abordaje y/o fortalecimiento de conceptos en áreas a fines, estimulando la generación de hipótesis y formulación de preguntas.
- La realidad virtual es un recurso vistoso y permite crear un mundo virtual con programación para finalmente integrar al usuario en él, permitiendo que la persona experimente en primera persona la profundidad, la distancia y los objetos con volumen lo cual favorece la representación y el análisis de fenómenos.

REFERENCIAS

- Leo L, Beranek. (1954). *Acustica* . Estados Unidos de Norte America: Hispano.
- Serway. (2008). *Física para Ciencias e ingeniería*. Cengage Learning Editores.
- Tipler. (2003). *Física para la Ciencia y la Tecnología. Mecanica Oscilaciones y Ondas, 5ta edicion*. Barcelona: Reverté.
- Álvarez, G. H. (2010). *Enseñanza de la física mediante la resolución de problemas y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad: una propuesta orientadora hacia el aprendizaje del concepto de onda sonora*. Recuperado el 23 de 07 de 2017, de la *Universidad de Antioquia*.: <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/602/1/JD0912.pdf>
- Alzate, H. (03 de 2006). Física de las Ondas. Recuperado el 11 de 08 de 2016, de Aprende en Línea, programa integración de tecnologías a la docencia Universidad de Antioquia: http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/men_udea/pluginfile.php/23336/mod_resource/content/0/FisicaIII-Hector_Alzate.pdf
- L., Maria. (09 de 03 de 2012). *Feria de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación*. Recuperado el 13 de 02 de 2017, de Fuego Musical: http://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria20/feria071_01_fuego_musical.pdf
- Sánchez, J. C. (24 de Mayo de 2004). *Sistema de Informacion Científica Redalyc*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/849/84912053008.pdf>
- Biblioteca digital del ILCE*. (2017). Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/hm/sec_8.html
- Pretto, J. A. (1 de 2015). *Educa Madrid*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de IES Carlos Bousoño: <http://www.iescarlosbousoño.com/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/TEMA-5-EL-TIMBRE.pdf>
- Sánchez, J. C. (24 de Mayo de 2004). *Sistema de Informacion Científica Redalyc*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/849/84912053008.pdf>
- Tipler, P. A. (1995). *PHYSICS for Scientists an Engineers, Third Edition*. Barcelona : EDITORIAL REVERTÉ, S-A-.

Bragado, I. M. (02 de 02 de 2004). *Entornos educativos interactivos para el apoyo del proceso de enseñanza/aprendizaje*. Recuperado el 14 de 05 de 2017, de Física General: http://www.liceoagb.es/ondas/texto/fisica_general_ignacio_martin.pdf

Desingmate. (20 de 06 de 2012). Science-Transmission of Sound. Recuperado en 22 de 07 de 2017, de Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=GkNJvZINSEY&t=54s&list=PLhhs6MT-aySlp7l6yNaOI1rbqCg_bXEOs&index=10

Las Ondas. (25 de 08 de 2009). Recuperado el 28 de 08 de 20, de Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado: <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/impresos/quincena11.pdf>

Alzate, H. (03 de 2006). Física de las Ondas. Recuperado el 11 de 08 de 2016, de Aprender en Línea, programa integración de tecnologías a la docencia Universidad de Antioquia.: http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/men_udea/pluginfile.php/23336/mod_resource/content/0/FisicaIII-Hector_Alzate.pdf

Levis, D. (2006). ¿Qué es la realidad virtual?. Recuperado 23 de julio 2017. Obtenido de: http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/Que_es_RV.pdf

Pérez Martínez, F. J. (marzo de 2011). *Presente y Futuro de la Tecnología de la realidad virtual*. Recuperado 31 de octubre de 2016. Obtenido de la Revista: Creatividad y Sociedad: <http://creatividadysociedad.com/articulos/16/4-Realidad%20Virtual.pdf>

Bibek, A. & Deb, S. (Diciembre, 2016). Smartphone Based Virtual Reality Systems in Classroom Teaching. Trabajo presentado en 8th International Conference on Technology for Education de IEEE, Bombay, India.

Gonzalo, J., & Horacio, H., (Septiembre, 2004) Realidad virtual aplicada en el contexto de la educación no formal. Conferencia llevada a cabo en el VIII Congreso de educación a Distancia CREAD MERCOSUR, Córdoba, Argentina.

Guerra L.F & Jaime L.H, (2014) “Herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos en un ambiente de realidad virtual controlado con visión artificial”. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperada el 2 de agosto 2017.

Alvarez, J. (24 de 05 de 2016). *Posibilidades didácticas de la realidad virtual*. recuperado el 14 de noviembre de 2016. Obtenido de: Revista Educación Virtual:

<http://revistaeducacionvirtual.com/archives/2024>

Pérez Vega , C. (17 de abril de 2008). *Sonido y Audición sección 2.2, recuperado el 30 de octubre de 2016.*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE CANTABRIA :
<http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Sonido%20y%20Audicion.pdf>

Vera, G. (diciembre de 2003). *La realidad virtual y sus posibilidades recuperado el 3 de noviembre de 2016.* Obtenido de Universidad de granada:
<http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero2/Articulos/Realidadvirtual.pdf>

Vera Tapias, A. (2012). Explorando las ondas: Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de algunos conceptos básicos del movimiento ondulatorio. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.

Ledesma Carbayo, J. (5 de mayo de 2004). *Introducción a la Realidad Virtual recuperado el 25 de octubre de 2016.* Obtenido de wikipnfi:
<https://wikipnfi.wikispaces.com/file/view/Realidad+Virtual.pdf>

Russell, d. (16 de 04 de 2002). acs.psu.edu. Recuperado el 22 de 03 de 2017, de PennnState College of Engineering: <http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/waves-intro/waves-intro.html>

CETA. (14 de marzo de 2007). *FÍSICA DEL SONIDO recuperado el 30 de octubre de 2016.* Obtenido de Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente:
http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/contaminacion_acustica_tcm7-1705.pdf

Introducción a la Realidad Virtual capítulo 1. (s.f.) recuperado el 28 de octubre de 2016. Obtenido de Romero`s place:
<https://fromeroguillen.files.wordpress.com/2008/08/introduccion-a-la-realidad-virtual.pdf>

Computación, C. d. (2016). Recuperado el 13 de 11 de 2017, de https://moodle2015-16.ua.es/moodle/pluginfile.php/12347/mod_resource/content/5/vii-02-motores.pdf

Cardozo, H. J. (30 de octubre de 2004). *Realidad Virtual recuperado el 25 de octubre de 2016.* Obtenido de JeuAzarru: <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/RealidadVirtual.pdf>

Villegas Hortal, A. (2012). *Realidad virtual en el sector de la construcción recuperado el 5 de noviembre de 2016.*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad EAFIT:
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/695/Andres_VillegasHortal_2012.pdf?sequence=3

Robayo Calderón, D. (2016). Aplicación de apoyo al proceso de aprendizaje de conceptos de astronomía básica utilizando un sistema de realidad virtual inmersiva. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Biblioteca digital del ILCE. (2017). Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa:
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec_8.html

Cañon, D. (08 de 03 de 2011). ptolomeo. Recuperado el 12 de diciembre de 2017, de Universidad Nacional Autónoma de México:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/182/A6.pdf?sequence=5>

Computación, C. d. (2013). jtech. Recuperado el 14 de 08 de 2017, de Experto en java Universidad de Alicante : <http://www.jtech.ua.es/dadm/restringido/juegos/sesion01-apuntes.pdf>

Trivaz. (18 de 06 de 2012). openaccess.edu. Recuperado el 29 de 10 de 2017, de Repositorio digital de la UOC:
<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17885/1/mtrigasTFC0612memoria.pdf>

Guerra Sierra, L., & Jaime Roa, L. (2012). Herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos en un ambiente de realidad virtual controlado con visión artificial. Universidad Pedagógica Nacional.

ANEXOS

ANEXO 1. GUIÓN PARA LOS AUDIOS:

Para la Introducción

- *Audio 1: Intro*

¡Hola!, soy tu guía.

Estoy encargado de guiarte en cada uno de los diferentes escenarios, acompáñame y mantente muy atento.

Para navegar en los escenarios o realizar alguna acción simplemente mira 3 segundos los botones que aparecerán.

Si deseas regresar o salir de algún escenario, tendrás un botón abajo tuyo para realizar la acción.

Si posees un mando, simplemente presiona: “A” para confirmar y sigue las indicaciones en cada menú.

Recuerda usar los audífonos en la forma correcta para mejorar tu experiencia.

Ya estamos listos, iniciemos...

Para el Escenario 1: ¿Qué es el sonido?

- *Audio 2: introducción y definición del sonido*

Bienvenido. En este escenario te hablaré del sonido...

El sonido es una onda mecánica producida por elementos en vibración, esta onda viaja por un medio elástico mediante la alteración estado de las partículas y finalmente es percibida por el humano. Para que el oído humano pueda percibir el sonido este debe estar dentro de cierto rango de frecuencias las cuales van desde 20Hz a 20000Hz.

Los medios elásticos por los cuales se propagan estas ondas mecánicas comúnmente son: los sólidos, los líquidos y elementos gaseosos.

En conclusión, cada vez que escuchamos un sonido es a causa de un elemento que está en vibración.

- **Audio 3: Explicación sonido**

Para que evidencies el movimiento de las partículas mira este ejemplo:

Los círculos azules simbolizan las partículas que hay en el medio. En nuestro caso este medio es el aire. El rectángulo que está a la izquierda simboliza el elemento en vibración.

Observa, cuando el elemento vibra este transfiere energía a las partículas cercanas a él desplazándolas y a su vez estas desplazan otras partículas causando un cambio en la densidad del medio. La perturbación se propaga a través del medio mediante la interacción de sus moléculas.

Como vez las partículas efectúan un MAS a partir de un punto de equilibrio entregando la energía transferida por el elemento en vibración a las demás partículas, Cuando las partículas están más cerca la una de la otra se denomina compresión y cuando están más alejadas es una rarefacción

A una temperatura de 22°C la velocidad del sonido en el aire es de 344.75 metros por segundo. Si nos encontramos a una altura de aproximadamente 195m podríamos recorrer 3 calles de 100 metros en poco menos de 1 solo segundo. ¡Rápido verdad!

- **Audio 4: Emisor, Medio y Receptor.**

En este pequeño escenario tendrás la capacidad de ver como se desplazan las ondas a través de los diferentes objetos contenidos en esta habitación.

-Te preguntaré algo. ¿Has pensado en qué se necesita para que haya sonido?

...

Se necesitan 3 cosas: un Emisor, un Medio y un Receptor. Pues si alguno de estos falta sencillamente no habrá sonido, veamos ¿por qué?

El emisor es el elemento que entra en vibración, si este no vibra no habrá sonido. En esta habitación hay varios elementos que actuarán como emisor.

El medio es el encargado de propagar la onda producida por el emisor. Recordemos que el sonido es una onda mecánica que necesita de un medio elástico para propagarse. El medio en este caso es el aire contenido en esta habitación y los diferentes objetos.

Y finalmente el receptor es el elemento que entra en vibración para percibir ondas que viajan por el medio. En nuestro caso, tu oído es el receptor.

Para el Escenario 2: Onda Longitudinal y Onda Transversal.

- ***Audio 5: Intro.***

Ahora estamos en el espacio...¡No te preocupes tienes un casco, así que no te asfixiarás por la falta de oxígeno!.

Estamos en el anillo de este hermoso planeta... Y aprovechando que estamos aquí te explicaré algunas características del sonido.

- ***Audio 6: onda longitudinal.***

Empecemos por diferenciar entre ondas transversales y ondas longitudinales.

Como vimos en el escenario anterior, el sonido es una onda mecánica de tipo longitudinal que necesita de un medio material para propagarse. Si me retirará el casco y hablará contigo no me escucharías, esto se debe a que la cantidad de oxígeno en el espacio es casi nula y por lo tanto el sonido no se propagaría. Además de que sería muy peligroso hacerlo.

Bien, continuemos.

Las ondas longitudinales son aquellas en las que el movimiento de las partículas es paralelo al movimiento de la propagación, es decir que las partículas y la propagación van en el mismo sentido.

Observa que las bolas de billar al ser golpeadas de esta forma transfieren energía unas a otras pero no regresan a su posición inicial, caso contrario ocurre en las partículas del medio pues estas transfieren energía, realizan oscilaciones siempre intentando regresar a su posición de equilibrio.

- ***Audio 7: Onda transversal.***

Por el contrario las ondas transversales son aquellas en las que el movimiento de las partículas es perpendicular al movimiento de la propagación. Para que lo aprecies mejor observa que las partículas suben y bajan haciendo un movimiento transversal pero la propagación va de izquierda a derecha.

Observa que las uniones que conforman esta cuerda suben y bajan pero la propagación va en un sentido.

Para el Escenario 3: Componentes de una Onda.

- ***Audio 8: intro***

Ahora nos podremos un poco más serios. Hablaremos de ondas.

A continuación te hablaré sobre algunos elementos que componen una onda y más adelante, en otro escenario podrás ver cómo estos elementos se relacionan con el sonido.

¡Iniciemos!

- ***Audio 9: Definición de onda y sus partes***

Una onda es una perturbación que se propaga a través del espacio, estas transportan energía, pero no materia. Comúnmente cuando se producen varias perturbaciones se denomina tren de onda. Las ondas mecánicas se propagan

gracias al medio, pero las ondas electromagnéticas, como la luz, no necesitan de un medio para hacerlo.

Regularmente las ondas vienen representadas por una función sinusoidal, que gráficamente se ve así...

Fíjate que ya contamos con unos ejes, en nuestro caso ¡este eje! será nuestro punto de equilibrio...

Contamos también con unos nodos...

Una cresta...

Un valle...

Un periodo, el cual es tiempo que tarda la onda en dar un ciclo completo...

También tenemos una compresión, que se forma cuando las partículas están más cerca la una de la otra...

Y una rarefacción, que es cuando las partículas están más alejadas la una de la otra...

Una longitud de onda representada por λ , si el eje horizontal está en términos de la distancia Si medimos la distancia entre 3 nodos consecutivos esta será el valor de λ . En una onda sonora la distancia entre 2 compresiones sucesivas o entre 2 rarefacciones sucesivas nos dará el valor de λ .

Ahora revisemos los elementos que complementan nuestra función seno, primero nos encontramos con la Amplitud, que es el máximo valor que puede tomar la onda - respecto a nuestro punto de equilibrio-.

Cada partícula experimenta un Movimiento Armónico Simple y su amplitud es la distancia entre la posición de equilibrio y su posición extrema. La partícula vuelve a su posición de equilibrio y continúa su oscilación, La fuerza que hace oscilar la partícula o un cuerpo se le denomina fuerza de restauración.

Enseguida tenemos ω , que es la frecuencia angular y está representado $2\pi f$...

El movimiento circular y el ondulatorio están estrechamente relacionados, cuando se completa una oscilación, una circunferencia completa o un periodo completo este tiene 2π radianes, luego la rapidez con la cual se describió esa circunferencia es la distancia angular recorrida (2π radianes) dividida en el tiempo, en este caso el periodo.

Posteriormente está la “frecuencia”, la cual es la cantidad de oscilaciones por unidad de tiempo que tendrá nuestra onda, Comúnmente esta frecuencia es medida en Hertz...

Si esta frecuencia tomará valores en concreto tendríamos: ... 2 oscilaciones en 1 segundo, 2Hz..., 3 oscilaciones en 1 segundo, 3Hz..., 5 oscilaciones, 5Hz....., etc...

- ***Audio 10: Amplitud.***

La amplitud... Desde la percepción humana la amplitud se relaciona con el volumen, es decir, que tan fuerte o débil es el sonido, que a su vez se asocia con la intensidad del sonido.

- ***Audio 11: Frecuencia.***

La frecuencia... para que un sonido sea audible debe de estar dentro del el rango de sensibilidad del oído humano. El sonido audible está considerado entre valores de 20 HZ y 20000 HZ, dependiendo de la edad.

Para el Escenario 4: Propagación del Sonido.

- ***Audio 12: intro***

Bienvenido a este escenario, en este escenario podrás apreciar representaciones visuales del sonido en los 3 elementos; sólido, líquido y gaseoso.

Con el joystick podrás hacer que el tiempo transcurra maaaaass lento, con A podrás ver las visualizaciones y con B podrás quitarlas.

¡Bien!, ¿Dónde quieres ir primero?...

- **Audio 17: Líquido.**

La velocidad del sonido en los líquidos es mayor que en el aire pero, no mayor que en los sólidos. Esto ocurre porque las partículas están más cercanas la una de la otra en los líquidos respecto a las partículas del aire, y están aún más cerca en los sólidos.

Al estar más cerca la una de la otra efectúa un desplazamiento menor para entregar energía, por ende, es más veloz la propagación.

- **Audio 18: Cierre en líquido.**

La velocidad de las ondas sonoras en un determinado medio depende de la razón entre el cambio de presión y el cambio de volumen a lo que se le denomina módulo de compresibilidad o módulo volumétrico, esta velocidad también depende de la densidad del medio.

La temperatura es otro factor que influye proporcionalmente en estas velocidades, la velocidad del sonido en el aire a 0°C es de 331 m/s, a una temperatura de 20°C la velocidad es de 343 m/s.

Audio 19: Sólido.

Sabías que los murciélagos pueden cazar insectos en pleno vuelo... esto se debe a que poseen características biológicas sorprendentes como la ecolocalización mediante ultrasonidos. De manera concreta los ultrasonidos son utilizados por los murciélagos para orientarse en el vuelo, detectar y capturar presas, así como en vocalizaciones de carácter social...

- **Audio 20: Sala.**

Las ondas sonoras pueden ser absorbidas o reflejadas por los obstáculos que encuentran a su paso, en este caso las ondas sonoras pasaran de un medio a otro (aire a sólidos) cambiando su velocidad pero sin alterar su frecuencia. Intenta hablar para que puedas ver como se desplaza el sonido a través de esta

habitación.

Cuando desees regresar mira el botón debajo de ti.

- ***Audio 21: Gaseoso.***

Si tenemos una foco puntual las perturbaciones se propagan en todas las direcciones cuando esto ocurre decimos que la propagación se realiza por ondas esféricas, interesante....

Aquí hay 2 ondas, una viaja por el aire esféricamente y otra viaja por el suelo, el sólido y más rápido.

Para el Escenario 5: Componentes del Sonido.

- ***Audio 22: Intro.***

Bienvenido a este escenario aquí hablaré de los 3 componentes del sonido: el Tono, la Intensidad y el Timbre.

¿Con cuál quieres iniciar primero?.

- ***Audio 23: Tono.***

Es la cualidad que nos permite clasificar los sonidos como graves o agudos, esta cualidad está relacionada con la frecuencia. Cuando generamos una nota esta genera una frecuencia fundamental, a esta frecuencia fundamental se le llama tono.

Recuerda que la frecuencia es la cantidad de oscilaciones por segundo de una onda y esta frecuencia se mide en Hertz. A frecuencias más bajas tenemos sonidos más graves como el de un bombo, A frecuencias altas tenemos sonidos más agudos como el de una campanilla. Cuando esta frecuencia se duplica decimos que estamos una octava arriba.

Aquí tenemos un analizador de espectro, en el cual podrás ver las diferentes frecuencias de tu voz o de un barrido en frecuencia.

¿Qué desees usar?

- ***Audio 24: Intensidad.***

La intensidad es la percepción de que tan fuerte o que tan débil escuchamos un sonido. Si nos alejamos o nos acercamos a una fuente sonora nuestra percepción será más débil o más fuerte respectivamente, comúnmente asociamos esta intensidad con el volumen. La intensidad depende de la amplitud y la frecuencia, la fuente sonora al entregar energía al medio hace que estas cambien.

Por ejemplo:

En una cuerda de una guitarra, si le aplicamos una gran cantidad fuerza (sin romperla) más amplia será su vibración y oscilará a una determinada frecuencia, entonces entre más amplia sea la vibración mayor será la energía transportada y entre más energía sea transportada por la onda sonora mayor será nuestra percepción.

Ahora si tomas un objeto rígido y lo agitas lentamente este desplazará las partículas entregándoles energía pero no se producirá sonido porque no tiene la suficiente frecuencia y la suficiente amplitud.

El oído humano puede detectar un gran intervalo de intensidades y además el proceso de escucha no es lineal si no de tipo logarítmico, allí el nivel sonoro se expresa en dB (decibeles)

Esta tabla muestra algunas correspondencias de situaciones en decibeles para que te hagas una idea.

Audio 25: Timbre.

El timbre es la forma de onda de un sonido, es decir que el timbre es lo que caracteriza un sonido de otro permitiéndonos así distinguir entre diferentes sonidos.

Por ejemplo:

Si tenemos 2 instrumentos diferentes una guitarra acústica y un piano, ambos pueden generar el mismo tono es decir la misma nota, pero gracias a las características físicas de cada instrumento como sus materiales y su estructura la forma de onda de dicha nota cambia permitiéndonos distinguir entre diferentes instrumentos y sonidos.

Acá tienes un sintetizador intenta descifrar que instrumentos logra interpretar.