

**APLICACIÓN DE APOYO PARA LA COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS SOBRE  
FENÓMENOS PRESENTES EN LA TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA  
UTILIZANDO REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA**

**ANDRÉS GIOVANNI VANEGAS CASTAÑEDA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA**

**BOGOTÁ D.C. 2016**

**APLICACIÓN DE APOYO PARA LA COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS SOBRE  
FENÓMENOS PRESENTES EN LA TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA  
UTILIZANDO REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA**

**ANDRÉS GIOVANNI VANEGAS CASTAÑEDA**

**Trabajo de Grado para Optar por el Título de  
Licenciado en Electrónica**

**Director Asesor:**

**Diego Mauricio Rivera**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA  
BOGOTÁ D.C. 2016**



### **Dedicatoria**

Ha sido un peldaño muy alto por subir, pero conté con las manos fuertes de mis padres y hermanas siempre que resbalé. A ellos, mi familia, todo mi agradecimiento, por soportar tantos años de mi incansable esfuerzo por subir. Puedo decir, que lo he logrado, aunque me esperan más retos, este ha sido el más anhelado.

He jurado llegar muy lejos; y éste, es mi primer peldaño.

### **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, que me ha mantenido siempre por el camino correcto. A mi novia, Erika, quién no ha dejado de creer en mí y me ha brindado su apoyo incondicional en los momentos más difíciles; a mis amigos, los de antes, los de ahora, son tantos nombres, que dejar uno afuera sería incorrecto. Yennifer, Andrés, Julián, Jheison, Royer, David, Diana, Fabián, Steven, Diego R, Diego M y Edwin, siempre gracias por estar conmigo.

En la elaboración del proyecto, agradezco a Diana Robayo por su asesoría y Andrés Apraez por su valiosa colaboración en la grabación de los audios. A mi asesor, Diego Rivera, quién me brindó su colaboración y estuvo atento en el desarrollo de todo el proyecto.

Por último y no menos importante, le doy las gracias a todos los docentes; todos, porque fueron pieza clave de una u otra forma en mi formación profesional.

### Resumen

Este proyecto tiene por meta servir de apoyo en la comprensión de conceptos físicos (efecto Volta, efecto Piezoeléctrico y efecto Hall) presentes en ciertas transformaciones de energía como química, mecánica y magnética a energía eléctrica. Siendo un proyecto con fin educativo se enfocó su idoneidad didáctica, partiendo de la decisión de implementar una herramienta tecnológica orientada a satisfacer la curiosidad del usuario de forma inmersiva, es decir; a través de sus sentidos. Para ello se optó por la creación de un aplicativo audiovisual de realidad virtual, implementando estrategias de flujo de contenido, diseño y técnicas de programación, con las que se abordó cada uno de los ítems, que en definitiva culminó con la realización de varias escenas audiovisuales y en las que se puede evidenciar la causa que genera cada efecto físico. Como resultado, se obtiene un ejecutable multiplataforma de realidad virtual inmersiva.

*Palabras Clave:* App, educación, efecto físico, realidad virtual, tecnología.

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE**

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de Grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	APLICACIÓN DE APOYO PARA LA COMPRESIÓN DE CONCEPTOS SOBRE FENÓMENOS PRESENTES EN LA TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA UTILIZANDO REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA
<b>Autor(es)</b>	Vanegas Castañeda, Andrés Giovanni.
<b>Director</b>	Rivera, Diego.
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2016. 93 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA; APLICACIÓN APP, EFECTOS FÍSICOS.

<b>2. Descripción</b>
<p>Trabajo de grado en el que el autor elabora una aplicación App multiplataforma sobre los efectos físicos Volta, Hall y piezoeléctrico, presentes en casos de transformación de los tipos de energía Química, Magnética y Mecánica a energía Eléctrica. La App plantea de manera audiovisual un viaje inmersivo a través de los distintos efectos, apoyándose en la tecnología de realidad virtual inmersiva y justificándose como una herramienta facilitadora para la comprensión de contenidos teóricos. Para ello, se implementaron estrategias de flujo de contenido, diseño y técnicas de programación, con las que se abordó cada uno de los ítems.</p>

<b>3. Fuentes</b>
<p>Academy Maxon. (6 de Noviembre de 2015). <i>Realidad Virtual</i>. Obtenido de <a href="http://academymaxon.net/index.php/es/cursos/oficiales/colombia/view/242-realidad-virtual">http://academymaxon.net/index.php/es/cursos/oficiales/colombia/view/242-realidad-virtual</a></p> <p>Albadán, &amp; Suárez. (2011). <i>Herramienta para el desarrollo de la comprensión espacial basada en sistemas de visión artificial</i>. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.</p> <p>ASOCAE ONGD. (s.f.). <i>Natureduca</i>. (e. A. Asociación Española para la Cultura, Productor) Obtenido de Portal Educativo de Ciencias Aplicadas, Tecnología e Internet: <a href="http://www.natureduca.com/fis_elec_electrost05.php">http://www.natureduca.com/fis_elec_electrost05.php</a></p> <p>Barredo, A. (7 de Abril de 2016). <i>OpneMind</i>. (Hipertextual, Ed.) Obtenido de <a href="https://www.bbvaopenmind.com/presente-pasado-y-futuro-de-la-realidad-virtual/?utm_source=facebook&amp;utm_medium=social&amp;utm_campaign=hipertextual2016">https://www.bbvaopenmind.com/presente-pasado-y-futuro-de-la-realidad-virtual/?utm_source=facebook&amp;utm_medium=social&amp;utm_campaign=hipertextual2016</a></p> <p>Bohorquez, H., Franchi, L. B., Ismenia, A. H., Salcedo, S., &amp; Morán, R. (2009). La concepción de la simetría en estudiantes como un obstáculo epistemológico para el aprendizaje de la geometría. <i>Educere</i>, 13(45), 477-489. Obtenido de <a href="http://www.scielo.org.ve/pdf/edu/v13n45/art22.pdf">http://www.scielo.org.ve/pdf/edu/v13n45/art22.pdf</a></p>

Castañeda, A. V. (16 de Junio de 2016). Motivación TIC. Bogotá D.C., Bogotá D.C., Colombia.

Cruz, J. F., Villareal, E. A., & Gallardo, P. C. (2014). USOS Y APLICACIONES DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA EDUCACIÓN. *17 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura*, (pág. 13). México D.F.

Cruz, W. R., & Barragán, I. G. (2011). EL EFECTO VOLTA UN FENÓMENO IMPRESCINDIBLE PARA COMPRENDER EL FUNCIONAMIENTO INTERNO DE UNA BATERÍA. *Científica* (13). Obtenido de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/610>

Csikszentmihalyi, M. (2007). *APRENDER A* (Quinta ed.). (A. Colodrón, Trad.) Barcelona, España: Kairós S.A. Recuperado el Junio de 2016

EcuRed. (2010). *Conocimiento con Todos y para Todos*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/index.php/Efecto\\_Hall](https://www.ecured.cu/index.php/Efecto_Hall)

EFE. (1 de Julio de 2015). Ubisoft apuesta por la realidad virtual en videojuegos. *El Tiempo*, pág. 1. Obtenido de El Tiempo: <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/videojuegos/ubisoft-entra-en-la-realidad-virtual/16030975>

Escartín, E. R. (s.f.). *LA REALIDAD VIRTUAL, UNA TECNOLOGÍA EDUCATIVA A NUESTRO ALCANCE*. (I. S. Echeverría", Editor, & ISPJAE) Obtenido de <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n15/n15art/art151.htm>

GAMERDIC. (6 de Mayo de 2013). *GAMERDIC*. Obtenido de <http://www.gamerdic.es/termino/motor-de-juego/citar>

García Ruíz, M. A. (2001). *APLICACIONES DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA EDUCACIÓN. Breve panorama general*. Obtenido de UOIT Challenge Innovate Connect METIS: [http://www.hrl.uoit.ca/~miguelga/Aplicaciones\\_realidad\\_virtual\\_educacion\\_breve\\_panorama\\_general.pdf](http://www.hrl.uoit.ca/~miguelga/Aplicaciones_realidad_virtual_educacion_breve_panorama_general.pdf)

García Ruíz, M., Bustos Mendoza, C., Andrade Aréchiga, M., & Acosta Díaz, R. (Enero de 2006). Panorama de la realidad virtual aplicada a la enseñanza de propiedades moleculares. *Educación Química*, 17, 114-120.

Giraldo Dávila, A. (2011). 'Realidad Virtual': análisis del marco teórico para explorar nuevos modelos de comunicación. *Anagramas*, 9(18), 93-110.

Google Inc. (s.f.). *Google Expeditions*. Obtenido de <https://www.google.com/edu/expeditions/#about>

Guerra Sierra, L., & Jaime Roa, 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 D.C.: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/xmlui/handle/123456789/693>

IQ, I. (7 de Julio de 2016). *IQ Intel*. Obtenido de <https://iq.intel.es/los-10-innovadores-motores-para-videojuegos-de-realidad-virtual/>

LUDEN. (2016). *LUDEN.IO*. Obtenido de <https://luden.io/incell/>

Manrique, M. A., Sánchez, J. M., & Osorio, S. S. (10 de Julio de 2014). El lenguaje y la construcción de fenomenologías: el caso del efecto Volta. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(2), 203-231.

Marquez, J. C., Alvarado, R. G., & Malfani, I. S. (2001). *Introducción Práctica a la Realidad Virtual*. Concepción, Chile: Ediciones U. Bio-Bio.

Monroy Univio, C., & Pachón Cumbe, M. (2016). *Diseño de una aplicación basada en realidad virtual inmersiva que permita evidenciar infracciones cometidas al momento de conducir*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/xmlui/handle/123456789/2048>

Nisenet. (2013). *NanoDays*. Obtenido de The biggest event for the smallest science: [http://www.nisenet.org/sites/default/files/catalog/uploads/spanish/12194/electricsqueeze\\_images\\_13nov13\\_sp.pdf](http://www.nisenet.org/sites/default/files/catalog/uploads/spanish/12194/electricsqueeze_images_13nov13_sp.pdf)

Ouazzani, I. (2012). *Manual de Creación de Videojuegos con Unity 3D*. Madrid: Universidad Carlos III.

Pascual, J. (3 de Abril de 2016). *Axel Springer España S.A*. Obtenido de <http://computerhoy.com/noticias/zona-gaming/realidad-virtual-25-preguntas-respuestas-que-debes-conocer-42543>

Pastor, J. (18 de Marzo de 2016). *XATACA*. Obtenido de <http://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/la-guerra-de-la-realidad-virtual-2016-ya-esta-aqui-comparativa-a-fondo-de-todas-las-opciones>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2008). *Definición.DE*. Obtenido de <http://definicion.de/efecto/> Proyectos ágiles.org. (s.f.). *Proyectos ágiles.org*. Obtenido de <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

RANDOM42. (s.f.). *RANDOM 42. Scientific Communication*. Obtenido de <http://random42.com/>

Robayo Calderon, D. (2016). *APLICACIÓN DE APOYO AL PROCESO DE APRENDIZAJE DE CONCEPTOS DE ASTRONOMÍA BÁSICA UTILIZANDO UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.

Sabelotodo.org. (s.f.). *Sabelotodo.org*. Obtenido de <http://www.sabelotodo.org/electrotecnia/piezoelctrico.html>

Sapiensman. (s.f.). *www.sapiensman.com*. Obtenido de [http://www.sapiensman.com/electrotecnia/pilas\\_y\\_baterias.htm](http://www.sapiensman.com/electrotecnia/pilas_y_baterias.htm)

#### 4. Contenidos

Objetivo general.

- Diseñar una aplicación de realidad virtual RV multiplataforma orientada a servir de apoyo en la comprensión de los diferentes fenómenos físicos presentes en la transformación de la energía.

Objetivos específicos.

- Desarrollar los contenidos temáticos a visualizar por el espectador sobre la transformación de tipos de energía a *Eléctrica*:
  - *Química* (Efecto Volta)
  - *Mecánica* (Efecto Piezoeléctrico)
  - *Magnética* (Efecto Hall)
- Diseñar cada uno de los escenarios de realidad virtual en un motor de desarrollo de videojuegos para la simulación del contenido educativo.
- Implementar estrategias audiovisuales para la correcta explicación de los conceptos.
- Programar la navegación o mecánicas de interacción del usuario en el entorno virtual por medio del control del movimiento de cabeza.

Este documento está organizado en cinco capítulos. El capítulo uno detalla el contexto general de la RV en la sociedad a través del apartado introducción; el orden planteado al proyecto con el esquema del documento, el planteamiento del problema, la justificación sobre la pertinencia del proyecto, objetivos planteados y delimitación del mismo. En el capítulo dos se establece el marco teórico que brinda el soporte académico y estructura el proyecto. Éste, está compuesto por los antecedentes de la RV en el campo educativo, así, como la metodología empleada, para el caso, la metodología SCRUM que se aplicó en el transcurso de la realización de la App. En el capítulo tres se detallan los aspectos generales del proceso llevado a cabo para culminar los objetivos propuestos, de igual forma, se hace una descripción del público objetivo, mecánicas de juego, recursos de diseño, disposiciones técnicas y programación. En el capítulo cuatro se describe el flujo del contenido temático por escenas, y finalizando, el capítulo cinco determina las conclusiones y el alcance futuro del proyecto.

### 5. Metodología

La App Energy Effect se llevó a cabo siguiendo la metodología SCRUM, implementada en el desarrollo de software. Se realizaron los pasos previstos por ésta metodología de tipo colaborativa, como lo son:

**Concepto:** En esta fase se lleva a cabo el análisis sobre el flujo de contenido, cada uno de los conceptos, se fundamenta de varias fuentes la terminología correspondiente y se traza el guion que acompañará cada escena del proyecto. Se planifican los pasos a seguir, así como los requerimientos.

**Especulación:** Se lleva a cabo de forma concurrente un montaje o borrador, adaptando distintas ideas y escenarios factibles para futuras referencias, se evalúan distintas propuestas y se objetan los avances de contenido, en programación, diseño de interfaz, ambientación y pruebas de hardware.

**Exploración:** Se realizan pruebas de adaptación e integración de medios tanto de software (scripts, audios, interacción) como de hardware (montaje de prueba en visor RV) y mecánicas de desarrollo. Se evalúan y corrigen las fallas presentes.

**Revisión:** Se realiza un escaneo de todo el proceso realizado hasta el momento para lograr diagnosticar fallas de implementación o difusión de conceptos y así realizar los respectivos ajustes.

**Cierre:** Se finaliza la etapa culminada hasta esa parte y con el aval del equipo se abre un nuevo ciclo ágil para dar continuación al mismo.

Todo éste ciclo ágil se desarrolla de forma permanente durante todo el proceso de ejecución y es evaluado por el equipo SCRUM, para el caso, el autor y el asesor de proyecto. Esto sucede hasta lograr cumplir con todos los objetivos propuestos.

### 6. Conclusiones

1. Se desarrolló una aplicación App llamada Energy Effect VR que cuenta con las características necesarias para consolidarse como una herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje de contenidos mediante la experiencia sensorial. Lo que implica un novedoso canal de comunicación entre el usuario y los contenidos de índole académico.
2. Con la implementación de la Realidad Virtual Inmersiva apoyada en el uso de las gafas de RV, se logró fundamentar y desarrollar de forma didáctica los contenidos del efecto Piezoeléctrico, Volta y Hall, de acuerdo a la concepción otorgada a cada término por la comunidad científica. Esto garantiza en el campo educativo, que pueda ser utilizada como herramienta complementaria por el docente.
3. En términos de diseño, se logró cumplir con el estudio y posterior modelado de cada uno de los escenarios, contemplando diversas estrategias en la adecuación del entorno gráfico virtual, de igual forma, las interacciones mecánicas entre el usuario y el ambiente virtual están sujetas en su totalidad por el movimiento de cabeza omnidireccional condicionado por el uso del hardware para tal fin.

4. La metodología adaptada al proceso de programación para el lenguaje de alto nivel que implementa el motor de desarrollo, dinamizó los tiempos de producción audiovisual, lo que garantizó una disposición técnica para lograr abarcar todas las temáticas propuestas.
5. Un problema que se dejó en evidencia es la latencia, que puede interrumpir el flujo dinámico de la aplicación, por eso se deben tener presentes los recursos utilizados, la calidad gráfica y el tipo de hardware en el que se proyectará el aplicativo final.
6. La aplicación Energy Effect VR logra posicionarse como innovación tecnológica, debido a la participación del conocimiento científico y tecnológico en temas nunca antes abordados con RV, proyectándola al contexto educativo de las TIC y permitiendo utilizarla como trabajo referente para futuros proyectos.

<b>Elaborado por:</b>	Andrés Giovanni Vanegas Castañeda
<b>Revisado por:</b>	Diego Rivera

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	25	11	2016
------------------------------------------	----	----	------

**Tabla de Contenido**

Dedicatoria..... 4

Agradecimientos ..... 5

Resumen..... 6

    Objetivo general. .... 10

    Objetivos específicos..... 10

    Concepto: En esta fase se lleva a cabo el análisis sobre el flujo de contenido, cada uno de los conceptos, se fundamenta de varias fuentes la terminología correspondiente y se traza el guion que acompañará cada escena del proyecto. Se planifican los pasos a seguir, así como los requerimientos..... 11

    Especulación: Se lleva a cabo de forma concurrente un montaje o borrador, adaptando distintas ideas y escenarios factibles para futuras referencias, se evalúan distintas propuestas y se objetan los avances de contenido, en programación, diseño de interfaz, ambientación y pruebas de hardware..... 11

    Exploración: Se realizan pruebas de adaptación e integración de medios tanto de software (scripts, audios, interacción) como de hardware (montaje de prueba en visor RV) y mecánicas de desarrollo. Se evalúan y corrigen las fallas presentes. .... 11

    Revisión: Se realiza un escaneo de todo el proceso realizado hasta el momento para lograr diagnosticar fallas de implementación o difusión de conceptos y así realizar los respectivos ajustes. .... 11

Cierre: Se finaliza la etapa culminada hasta esa parte y con el aval del equipo se abre un nuevo ciclo ágil para dar continuación al mismo. .... 11

Tabla de Contenido ..... 13

Lista de Figuras ..... 18

Lista de Tablas ..... 20

Abreviaturas ..... 21

Capítulo 1..... 22

Generalidades..... 22

1.1 Introducción ..... 22

1.2 Esquema del Documento..... 22

1.3 Planteamiento del problema ..... 23

1.4 Objetivos ..... 24

1.4.1 Objetivo general. .... 24

1.4.2 Objetivos específicos. .... 24

1.5 Delimitación ..... 26

1.6 Justificación..... 27

Capítulo 2..... 29

2. Marco Teórico ..... 29

2.1. Antecedentes ..... 30

2.2. Realidad Virtual ..... 35

2.2.1. Definición .....	35
2.2.2. Realidad Virtual Inmersiva.....	36
2.2.3. Realidad Virtual No Inmersiva.....	36
2.2.4. Realidad Virtual en la Educación .....	36
2.2.5. Visor de Realidad Virtual .....	39
2.3 Motor de Videojuegos.....	39
2.3.1 Definición .....	39
2.3.2 Tipos de Motores para videojuegos.....	40
2.3.3 Unity 3D .....	41
2.4 Efectos Físicos.....	41
2.4.1 Definición Efecto Físico .....	42
2.4.2 Efecto Piezoeléctrico .....	43
2.4.3 Efecto Piezoeléctrico Inverso .....	44
2.4.4 Efecto Hall.....	45
2.4.5 Efecto Volta.....	46
2.5 Metodología SCRUM .....	47
2.5.1 Concepto.....	48
2.5.2 Especificación.....	48
2.5.3 Exploración.....	48
2.5.4 Revisión.....	48

2.5.5	Cierre .....	48
Capítulo 3	.....	49
3	Desarrollo .....	49
3.1	Generalidades .....	49
3.1.1	Nombre de la App.....	50
3.1.2	Logo.....	51
3.1.3	Público Objetivo .....	51
3.2	Mecánicas del Juego.....	52
3.2.1	Control.....	52
3.2.2	Interacción Entre Escenas.....	54
3.3	Recursos de Diseño .....	58
3.3.1	Modelos .....	58
3.3.2	Texturas .....	58
3.3.3	Materiales .....	60
3.3.4	Audios.....	61
3.4	Disposiciones Técnicas .....	65
3.5	Programación .....	66
Capítulo 4	.....	70
4.	Flujo del Contenido Temático por Escenas.....	70
4.1	Efecto Piezoeléctrico.....	70

4.2 Efecto Volta.....	74
4.3 Efecto Hall.....	78
Capítulo 5.....	81
Conclusiones.....	81
Trabajos Futuros .....	82
Referencias.....	83
Bibliográficas.....	83
ANEXOS .....	88
DIÁLOGOS .....	88
Anexo 1 .....	88
Anexo 2. ....	88
Anexo 3 .....	90
Anexo 4. ....	92

**Lista de Figuras**

Figura 1. Visor tipo Cardboard plástico. .... 27

Figura 2. Realidad Virtual inmersiva ..... 35

Figura 3. Casos no aplicables de RV en la educación ..... 37

Figura 4. Casos de aplicación RV en la educación, continuación. .... 38

Figura 5. Efecto Piezoeléctrico directo..... 43

Figura 6. Efecto piezoeléctrico inverso. .... 44

Figura 7. Efecto Hall ..... 45

Figura 8. Efecto Volta. Pila primaria..... 46

Figura 9. Ciclo ágil SCRUM ..... 47

Figura 10. Canal de Flujo ..... 50

Figura 11. Logo ..... 51

Figura 12. Puntero Guía..... 53

Figura 13. Puntero de Selección sobre el cuadro de créditos ..... 53

Figura 14. Imagen Progresiva para cambio de escena..... 54

Figura 15. Escena Intro..... 54

Figura 16. Escena Intro2..... 55

Figura 17. Escena Menú Principal..... 56

Figura 18. Regresar Menú Principal..... 57

Figura 19. Cambio Escena Secundaria ..... 57

Figura 20. Texturas ..... 60

Figura 21. Lista de Materiales ..... 61

Figura 22. Selección Efecto Piezoeléctrico ..... 70

Figura 23. Escena 1 Efecto Piezoeléctrico ejemplo Briquet.....	71
Figura 24. Escena 2 Efecto Piezoeléctrico, explicación del efecto .....	72
Figura 25. Cargas Internas del Cristal de cuarzo.....	73
Figura 26. Efecto Piezoeléctrico Inverso.....	74
Figura 27. Selección Efecto Volta.....	75
Figura 28. Escena 1 Efecto Volta .....	76
Figura 29. Creación de electrolito .....	77
Figura 30. Desplazamiento de cargas eléctricas .....	77
Figura 31. Selección Efecto Hall.....	78
Figura 32. Efecto Hall primer aparte .....	79
Figura 33. Observación de la Diferencia de Potencial. ....	80

**Lista de Tablas**

Tabla 1 Fenómenos presentes en la transformación de energía. ....	42
Tabla 2 Modelos .....	59
Tabla 3. Audios de Ambientación .....	63
Tabla 4 Función de los principales Scripts utilizados en la elaboración del proyecto. ....	68

**Abreviaturas**

App	=	Aplicación
C#	=	C Sharp
HUD	=	Heads Up Display
Js	=	JavaScript
RV	=	Realidad Virtual
S.O.	=	Sistema Operativo
TIC	=	Tecnologías de la Información y la Comunicación

## **Capítulo 1.**

### **Generalidades**

#### **1.1 Introducción**

La realidad virtual ha tenido a través del nuevo siglo grandes avances en software y hardware destinados en su mayoría en suplir el mercado del entretenimiento, este factor comercial logra opacar el gran salto tecnológico que puede llegar a dar la RV en otros campos de aplicación que pueden servir como insumo de construcción a la sociedad. Uno de los campos por posicionarse con mayor fuerza es el campo formativo, ya que a pesar de contar con un buen desarrollo en materia de RV con múltiples aplicaciones educativas y gratuitas, no son suficientes para abarcar un área tan vasta como la educación; área que constantemente necesita replantear su forma de transmitir el conocimiento, evolucionando cada vez más sus métodos de enseñanza a partir del uso de las herramientas vanguardistas del siglo XXI; concretamente, hacer uso intenso de las TIC. “Las TIC facilitan el aprendizaje e integran distintos componentes sociales, esto hace que implementados de forma organizada puedan conllevar un óptimo desempeño en la adquisición del conocimiento” (Castañeda, 2016). Por ello, si se realizan esfuerzos en incluir más herramientas y nuevos escenarios al rol docente se crearán nuevos campos de comunicación, lo que reducirá la brecha digital.

#### **1.2 Esquema del Documento**

Este documento está categorizado en cinco partes o capítulos, dispuestos de la siguiente manera: en el capítulo uno se detalla el contexto general de la RV en la sociedad a través del apartado introducción; el orden planteado al proyecto con el esquema del documento, el planteamiento del problema, la justificación sobre la pertinencia del proyecto, objetivos

planteados y delimitación del mismo. En el capítulo dos se establece el marco teórico que brinda el soporte académico y estructura el proyecto. Éste, está compuesto por los antecedentes de la RV en el campo educativo, así, como la metodología empleada, para el caso, la metodología SCRUM que se aplicó en el transcurso de la realización de la App. En el capítulo tres se detallan los aspectos generales del proceso llevado a cabo para culminar los objetivos propuestos, de igual forma, se hace una descripción del público objetivo, mecánicas de juego, recursos de diseño, disposiciones técnicas y programación. En el capítulo cuatro se describe el flujo del contenido temático por escenas, y finalizando, el capítulo cinco determina las conclusiones y el alcance futuro del proyecto.

### **1.3 Planteamiento del problema**

La realidad virtual, o por su sigla RV, plantea para el siglo XXI una constante de desarrollo e investigación en diversas áreas del conocimiento. Las industrias del material audiovisual y el entretenimiento de los países pioneros en tecnología y que se encuentran a la vanguardia como EEUU, a través de Google y Facebook, están realizando importantes avances en ésta medida. Es así, como en la actualidad ya contamos con diverso software y hardware para disfrutar de la RV con costos relativamente asequibles para el comprador habitual de tecnología. Las Cardboard de Google o las Oculus Rift de Facebook son un hardware tipo gafas que permiten la interacción con el mundo virtual, sumergiendo al usuario en una experiencia única tridimensional.

En Colombia, la realidad virtual no se ha posicionado de manera fuerte, basta con observar las pocas fuentes de información y proyectos a nivel local que se han llevado a cabo sobre ella, sin resaltar que nos encontramos en el tiempo clave de posicionamiento de esta

tecnología. De igual forma, en materia de educación los estudiantes y docentes cuentan con escasos recursos didácticos en los que se relacionen dispositivos tecnológicos y contenidos académicos, casi nulos si nos referimos a realidad virtual. En ocasiones, la explicación de conceptos físicos como el efecto Volta, el efecto piezoeléctrico y el efecto Hall, resultan temas complicados de abordar ya que por lo general los docentes inducen al aprendiz a proyectar el efecto de una forma casi abstracta, creando en la mayoría de casos confusión en quién aprende y frustración en el docente por no lograr su objetivo. Los efectos físicos definidos para ésta aplicación tienden en la educación clásica a manifestar confusión o adquirir el conocimiento de forma superficial, llevando a la pérdida del concepto. Por ello, si analizamos la realidad virtual como canal de interacción del ser humano con una realidad artificial, podemos implementar ésta tecnología de comunicación hombre-máquina para orientar de forma innovadora y didáctica un proceso de aprendizaje.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Diseñar una aplicación de realidad virtual RV multiplataforma orientada a servir de apoyo en la comprensión de los diferentes fenómenos físicos presentes en la transformación de la energía.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- ✓ Desarrollar los contenidos temáticos a visualizar por el espectador sobre la transformación de tipos de energía **a Eléctrica:**
  - *Química* (Efecto Volta)

- *Mecánica* (Efecto Piezoelectrico)
- *Magnética* (Efecto Hall)
- ✓ Diseñar cada uno de los escenarios de realidad virtual en un motor de desarrollo de videojuegos para la simulación del contenido educativo.
- ✓ Implementar estrategias audiovisuales para la correcta explicación de los conceptos.
- ✓ Programar la navegación o mecánicas de interacción del usuario en el entorno virtual por medio del control del movimiento de cabeza.

Respecto al objetivo general, se abordó a partir de la puesta en marcha de distintas estrategias en diseño y programación, haciendo uso de la herramienta Unity 3D y la programación en lenguaje C#, se logró caracterizar un entorno artificial bastante amigable con el usuario, lo que facilitó el desarrollo de las temáticas planteadas. A esto, el valor agregado de ser una aplicación multiplataforma, con portabilidad a otros sistemas como iOS o Android, entre otras.

Para los objetivos específicos, se parte del estudio conceptual, es así, como se inicia el planteamiento de cada efecto físico a partir de la concepción teórica del mundo académico. Con los conceptos ya definidos se recrean las escenas que dirigirán al usuario a una explicación didáctica asociada al ítem escogido. Del mismo modo, para desarrollar las mecánicas del juego se define la metodología SCRUM (descrita más adelante), y se generan las pautas para la interacción del observador con el escenario virtual. Teniendo el producto final, se ejecuta la aplicación generada y se realizan pruebas para detectar cambios y futuros alcances del proyecto.

### 1.5 Delimitación

Este proyecto fue enfocado en la creación de una aplicación (App) educativa y multiplataforma, implementando la tecnología de realidad virtual; la App, está destinada en lo general, a servir de apoyo en el contexto educativo; de forma específica decimos que, se enfoca en las áreas de Física, Química, Electrónica, Informática y Tecnología del nivel escolar a fin, pues se necesita de ciertas bases teóricas para comprender en su totalidad los efectos mencionados. Sin embargo, esto no es un restrictivo, ya que la experiencia virtual recreada brinda la inmersión suficiente para despertar el interés general en los amantes de las nuevas tecnologías.

En cuanto al diseño y desarrollo del entorno se originó desde el motor de videojuegos Unity 3D Personal 5. Para el contenido temático se sabe que existen aproximadamente treinta y cuatro efectos físicos presentes en los distintos cambios de energía, de los cuales se tuvo por finalidad recrear a modo de presentación interactiva tres de ellos, estos son: efecto Volta, efecto piezoeléctrico y efecto Hall, presentes en la transformación de energía química, mecánica o magnética a energía eléctrica.

El hardware utilizado es un visor tipo gafas. Visores, los hay muy variados, pasando por distintos costos, dependiendo de sus especificaciones. Las Oculus Rift diseñadas por Facebook son unas de las más conocidas y costosas del mercado; sus homólogas más económicas (prácticamente gratuitas) son las Google Cardboard. Así que, por motivos de costo, se optó por adquirir un similar a las VR Google Cardboard de fabricante FAVOLCANO, como las de la [Figura 1](#) que además de contar con las características básicas cuentan con una carcasa más

robusta y soportes para la cabeza, evitando el molesto uso de las manos para soportar el dispositivo.



*Figura 1. Visor tipo Cardboard plástico.*

Fuente: <https://dutch.alibaba.com/product-detail/newest-head-mount-plastic-version-3d-virtual-reality-helmet-video-glasses-60234118531.html>

## **1.6 Justificación**

Las aplicaciones de RV dirigidas al aprendizaje como herramienta didáctica, pretenden facilitar la comunicación del aprendiz con el contenido académico. Parafraseando a (Bohorquez, Franchi, Ismenia, Salcedo, & Morán, 2009), las aplicaciones basadas en esta tecnología facilitan la explicación de temas que en el mundo real son muy difíciles de formular, ya sea por el riesgo al que se puede exponer el aprendiz, el hecho de no contar con los instrumentos necesarios para

abarcar el concepto, o el limitante mental debido a la abstracción que se debe generar para apropiarse del tema.

Con la llegada de ésta tecnología a Colombia, se han realizado avances innovadores como el propuesto en este trabajo de grado; con un buen acompañamiento teórico, los docentes y entusiastas autónomos lograrán contar con una herramienta más, para satisfacer una necesidad educativa, a la vez que se mantendrán en la vanguardia de instrumentos dóciles a la educación.

Los docentes de las áreas afines pueden optar por realizar experimentos que pueden presentar el fenómeno de forma cuantitativa; sin embargo, la herramienta desarrollada tiene un gran impacto, pues omite el uso de instrumentos sofisticados y conlleva de una forma didáctica a realizar una observación con la inmersión del aprendiz o usuario a escenarios mucho más agradables, que permiten una observación más a detalle del fenómeno en cuestión, esto permite acompañar distintos procesos formativos evitando las explicaciones planas y clásicas con las que hasta el siglo XX se han venido abordando estos temas.

La pertinencia del proyecto en términos del autor, satisface el proceso formativo del futuro licenciado en electrónica, alineándose como propuesta didáctica e innovadora, ya que no se encuentran registros de aplicativos diseñados en RV inmersiva para explicar dichos efectos físicos, lo que fomenta el desarrollo de nuevas tecnologías al proceso educativo. Ésta característica da cumplimiento a los objetivos propuestos en el programa de la Licenciatura en Electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional, en especial de los objetivos citados a continuación:

- Promover procesos de investigación en el campo de la pedagogía y didáctica de la tecnología, para ofrecer soluciones a problemas educativos. (Universidad Pedagógica Nacional, 2016)

- Liderar proyectos, propuestas y discusiones académicas, alrededor de la educación en tecnología que nos hagan competitivos, propositivos, líderes y dinamizadores de las propuestas educativas en el área de competencia. (Universidad Pedagógica Nacional, 2016)

En beneficio, la Realidad Virtual como tecnología en desarrollo no sólo debe satisfacer el entretenimiento de los individuos, sino, además, debe ser un recurso educativo, una herramienta para alcanzar la interacción del aprendiz con el conocimiento de una manera global, inmersiva, más ilustrativa de lo habitual y debe contribuir a la labor de los docentes de la era moderna.

## **Capítulo 2.**

### **2. Marco Teórico**

La Realidad Virtual a pesar de no ser un término del siglo XXI pues se inició en los 90's, no tuvo la acogida que se esperaba en su momento, pero con el avance tecnológico de los dispositivos móviles (smartphones, tablets, laptops, pc, entre otros) está en pleno auge, al alcance de todos. Para Yves Guillemot delegado de Ubisoft, una compañía de videojuegos mundial. "Es una tecnología que permite tener experiencias nuevas y aptas para todo tipo de personas (...) Sólo conoces el potencial de las cosas si lo intentas y lo pruebas, por eso queremos dedicarle tiempo" (EFE, 2015, pág. 1). Como soporte para el desarrollo de aplicaciones y en especial para el desarrollo de esta propuesta, en los párrafos siguientes se definen los antecedentes y el marco conceptual que enmarcará al proyecto.

## 2.1. Antecedentes

Como fundamento metódico se llevó a cabo la revisión de distintos trabajos de grado, tesis, artículos, revistas y autorías en general para tener una mejor apreciación del avance tecnológico de la realidad virtual en diversos campos así como sus múltiples aplicaciones. En palabras de Alejandro Barredo “Las aplicaciones de RV, son tantas que es imposible enumerarlas todas, pero, de momento la educación, el entretenimiento e incluso el arte, son los campos que se muestran más receptivos” (2016, pág. 1 párr.12).

Es claro, que para el desarrollo de cualquier aplicación es fundamental una relación entre el hombre y la temática del entorno virtual. Esta relación se logra haciendo uso de uno de los pilares de la historia del ser humano, la comunicación.

Con el pasar del tiempo se ha incursionado en la adaptabilidad de distintas herramientas tecnológicas para motivar una dinámica comunicativa. Una de esas herramientas es la virtualidad, para Giraldo, “el campo virtual es tan o más importante para el ciudadano de hoy como su dimensión real. La responsabilidad en su uso, depende el traslado efectivo de las interacciones en el mundo virtual para edificar sociedad.” (2011, pág. 99). Si encaminamos el uso de la tecnología RV a la construcción de la sociedad, podemos enfocarnos en los usos que parten de ella en el campo educativo. Las bondades de la realidad virtual en la educación, rompen esquemas y cambian la forma de adherir nuevos conceptos, “esta tecnología, que favorece la sensación de inmersión, contribuye de forma efectiva a eliminar la frontera sujeto-objeto que existe entre nosotros y la máquina.” (Vera Ocete, Ortega Carrillo, & Burgos González, 2003, pág. 5). Experimentos como los llevados por Sherman y Judkins (1994) en la Universidad de Washington según Miguel Ruíz:

Se encontró que los estudiantes que utilizaron ayudas virtuales pudieron aprender de manera más rápida y asimilar información de una manera más consistente que por medio del uso de herramientas de enseñanza tradicionales (pizarra, libros, etc.), ya que utilizan casi todos sus sentidos. Los estudiantes no sólo pueden leer textos y ver imágenes dentro de un casco de Realidad Virtual, sino que además pueden escuchar narraciones, efectos de sonido y música relacionados con el tema que están aprendiendo. (García Ruíz M. A., 2001, pág. 38).

Parafraseando a Vera, Ortega y Burgos, 2003; los alumnos, por medio de la inmersión en un mundo virtual, pueden apreciar diversos procesos que de otra manera les sería imposible conocer. Esto juega un papel muy importante en la educación, pues se puede aprovechar su enorme potencial como uno de los ingredientes básicos de una nueva metodología de enseñanza.

Países de Latinoamérica, entre ellos México, están llevando a cabo exploraciones sobre la RV en el campo educativo, es así; como la Universidad de Colima, en Coordinación con el Centro Universitario de Producción de Medios Didácticos (CEUPROMED) tienen como escenario educativo un laboratorio de realidad virtual, desde allí investigan ésta tecnología aplicada al ámbito educativo, uno de sus proyectos realizados en el 2006: “RV en el proceso enseñanza-aprendizaje de propiedades fisicoquímicas de moléculas en la bioquímica.” capacitó con un curso-taller a profesores de química para aplicar la tecnología de RV en sus clases. (García Ruíz, Bustos Mendoza, Andrade Aréchiga, & Acosta Díaz, 2006)

En el caso de Colombia, (Castañeda, 2016), docentes TIC han comenzado a implementar en sus clases, varias aplicaciones de RV inmersiva y no inmersiva para facilitar la comunicación de contenidos con los alumnos. En Google Play Store se pueden hallar varias aplicaciones de

realidad virtual, para el caso, es importante abordar sólo las App que aportaron al contexto del proyecto propuesto, como aquellas que cuentan con temáticas educativas.

(RANDOM42, s.f.) desarrolló un aplicativo de nombre Random 42 RV, destinado al área de la educación y el entretenimiento. Ésta aplicación es un simulador que pretende explicar conceptos complejos de la medicina, la forma de interacción es a través de un recorrido que tiene por trayectoria el interior del cuerpo humano.

En el contenido de esta App se observa un acercamiento de imagen microscópica para detallar ciertos aspectos en la estructura molecular, por ello, fue un referente clave para el diseño de lo que se planteó en el desarrollo de los efectos Volta y Hall.

(LUDEN, 2016) Ha desarrollado desde el 2008 varias aplicaciones con fines educativos, entre ellas destacan InCell VR e InMind VR, la primera, se presenta en forma de videojuego tipo carreras de acción, ésta pretende reconstruir la célula humana mientras se desplaza por una carrera de obstáculos, que en realidad son virus propagándose entre las células del cuerpo. La segunda App realiza un viaje por el cerebro de un paciente buscando las neuronas que causan trastornos mentales.

Tanto InCell VR como InMind VR, aportan campos de vista en recorridos adaptados de forma inmersiva, útiles en la trayectoria que se intentó recrear en los movimientos de cámara de las distintas escenas realizadas.

Expeditions de (Google Inc., s.f.) tiene por objetivo, servir de apoyo a la comunidad académica; a través de expediciones organizadas en guías y turistas virtuales. Al iniciarse la aplicación, el usuario elige si ser guía o turista, el guía realiza recorridos virtuales en lugares de interés académico y cultural con los participantes que optaron ser turistas.

Éste aplicativo de Google lanzado en el 2016, influye en las características que se pretenden aplicar en un futuro a éste proyecto.

VR Chemistry App del autor independiente Frickality está destinada a explicar los conceptos introductorios de la química y física secundaria. Parte desde la explicación de un átomo y su modelo atómico convencional.

Con ésta aplicación se aterrizaron los desarrollos llevados a cabo de forma independiente que fueron desarrollados en Unity 3D, como una clara idea de los alcances propuestos por la comunidad académica en el mundo del desarrollo independiente.

En la Universidad Pedagógica Nacional, se han desarrollado varios proyectos de grado con interés tecnológico virtual, dos de ellos vinculados directamente a la realidad virtual inmersiva.

El primero, desarrollado en el año 2011 por cuenta de dos estudiantes pertenecientes a la Facultad de Ciencia y Tecnología, denominado: “Herramienta para el desarrollo de la comprensión espacial basada en sistemas de visión artificial.” (Albadán & Suárez, 2011). Basado en visión artificial, éste software educativo pretende definir el contexto espacial. Recreado en un ambiente interactivo se manipulan distintos objetos tridimensionales en los que los términos posición, desplazamiento, rotación, entre otros son explicados al observador.

Con el diseño de un ambiente virtual de aprendizaje, por nombre: ” Herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos en un ambiente de realidad virtual controlado con visión artificial.” (Guerra Sierra & Jaime Roa, 2014). se propone una herramienta que sirva para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos, los autores, pretenden brindar apoyo al estudiante en un ambiente controlado. De forma análoga, la aplicación documentada en este proyecto permite identificar el efecto Hall, sin necesidad de que el usuario

esté presente en un laboratorio, emulando así un ambiente controlado para la concepción de términos.

(Monroy Univio & Pachón Cumbe, 2016) “Diseño de una aplicación basada en realidad virtual inmersiva que permita evidenciar infracciones cometidas al momento de conducir.”

“TUTRÁNSITO” es una aplicación de realidad virtual inmersiva, que tiene por finalidad capacitar y poner a prueba los conocimientos a la hora de conducir un automóvil en una ciudad ficticia pero recreada con todas las señales de tránsito indispensables para la movilidad, cuenta con una serie de retos.

El antecedente más reciente en materia de RV en la educación es: “Aplicación de apoyo al proceso de aprendizaje de conceptos de astronomía básica utilizando un sistema de realidad virtual inmersiva.” (Robayo Calderon, 2016). Dicha aplicación está diseñada en Unity 3D y utiliza la realidad virtual inmersiva como dinámica de interacción temática en la explicación de términos de astronomía como el Sistema Solar, tipos de Órbitas y el Fenómeno de Paralaje Estelar, con lo que el usuario podrá navegar, y percibir sensorialmente dicha experiencia. La aplicación aborda de manera clara e interactiva los diferentes ítems, además contó con disposiciones técnicas muy similares a las del actual proyecto, por lo que esta referencia fue muy importante como orientación temática.

Consultando varias fuentes de información, no fue posible hallar un antecedente que reflejara el uso de la Realidad Virtual en la explicación de los efectos físicos presentes en la transformación de energía. Con lo que se concluye que la temática propuesta en este proyecto figura innovadora a nivel local.

Los proyectos de grado mencionados con anterioridad, dejan de manifiesto los posibles campos de exploración de la RV en el área educativa; de igual forma, permiten vincular el

proyecto actual con las distintas pautas y mecánicas efectuadas por los distintos autores. En conjunto, marcan un antecedente en la manera de abordar los distintos contenidos.

Continuando con la estructura teórica del proyecto, se deben relacionar los términos: Realidad Virtual, Efectos en la Transformación de Energía y Desarrollo de Videojuegos.

## 2.2. Realidad Virtual

### 2.2.1. Definición

Así como (Escartín, s.f.) se puede definir, en palabras generales, que la Realidad Virtual o VR (Virtual Reality) como se define por sus siglas en inglés, es la tecnología computacional que intenta simular las percepciones sensoriales del mundo real por medio de la virtualización de un ambiente irreal, llevando al individuo por medio de una serie de dispositivos a presenciar un espacio y tiempo alterno, en el que se recrean objetos y situaciones para distintos propósitos, ya



*Figura 2. Realidad Virtual inmersiva*

Fuente: <http://www.neoteo.com/en-busca-de-una-realidad-virtual-inmersiva#prettyPhoto/0/>

sea para el entretenimiento o para el interés formativo, todo lo anterior como resultado de la implementación de técnicas de programación, apoyadas en software y hardware dispuesto para tal fin. Existen dos tipos de realidad virtual, la Inmersiva y la No Inmersiva.

### **2.2.2. Realidad Virtual Inmersiva**

Según (García Ruíz M. A., 2001) la realidad virtual inmersiva, permite al usuario sentirse en una realidad alternativa, en el que los sentidos perciben un entorno casi real, aunque ficticio. Para ello es necesaria la incorporación de dispositivos tales como, guantes, audífonos, casco o gafas de realidad virtual.

### **2.2.3. Realidad Virtual No Inmersiva**

Para (Marquez, Alvarado, & Malfani, 2001) la realidad virtual no inmersiva da cuenta de la interacción del usuario con imágenes en tercera dimensión en un ambiente recreado y visualizado en un monitor de ordenador e interactúa a través de los periféricos de entrada como teclado y mouse. En ocasiones bajo la participación de distintas personas en una misma red de internet, dando la percepción de un entorno virtual.

### **2.2.4. Realidad Virtual en la Educación**

Para 1993 aparece el primer registro de una aplicación de VR aplicada a la educación con la creación de un prototipo de laboratorio de física aplicada.

Para lograr vencer los obstáculos que presentan los conceptos relacionados con estos temas, el uso de los entornos virtuales ofrece una característica muy poderosa, la inmersión, la cual se lleva a cabo dentro del contexto adecuado, permitiendo una experiencia interactiva que esta complementada con una representación del concepto más allá de la producción de las formulaciones matemáticas típicas en los cursos de física. (Cruz, Villareal, & Gallardo, 2014, pág. 4)

Para contextualizarnos con la pertinencia educativa del proyecto es necesario comprender el papel fundamental de explorar nuevas herramientas comunicativas en la educación, para ello,

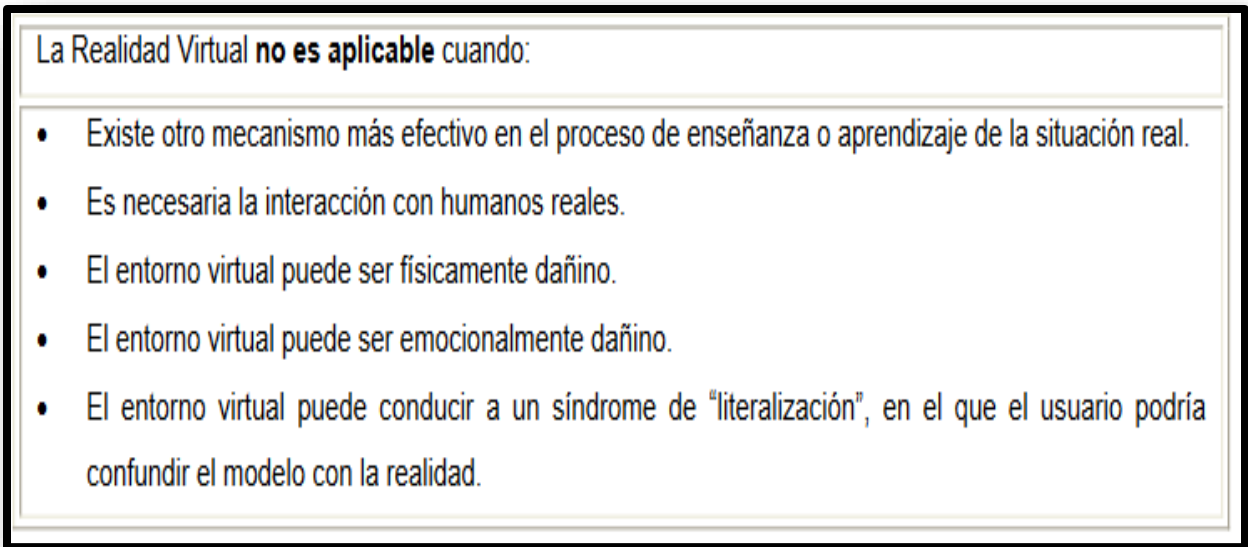


Figura 3. *Casos no aplicables de RV en la educación*  
 Fuente: (Vera Ocete, Ortega Carrillo, & Burgos González, 2003, pág. 13)

en el mundo se han realizado esfuerzos por desarrollar nuevas formas de comunicación aprovechando al máximo las tecnologías de la información y la comunicación, en Colombia es el Ministerio de las TIC el que promueve dicho uso e insta a orientarlas a la labor docente, caso de ello la promulgación de talleres y cursos para forjar formadores TI. El control de las tecnologías de información y comunicación sobre los estilos de vida actuales, especialmente la comunicación directa afectada por elementos virtuales, es una reflexión que permite medir el efecto y el alcance de las nuevas tecnologías sobre las interacciones humanas para llegar a establecer nuevos modelos de comunicación. (Giraldo Dávila, 2011, pág. 93). Para (Vera Ocete, Ortega Carrillo, & Burgos González, 2003) existen situaciones en las que la realidad virtual favorece o no el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Teniendo en cuenta todo lo anterior podemos resaltar la importancia de realizar contribuciones que favorezcan al docente o instructor en la orientación de los contenidos, sirviéndose de aplicaciones de realidad virtual como la expuesta en este documento.

La Realidad Virtual es **aplicable** en los casos en que:

- Se puede usar una simulación.
- La enseñanza o el entrenamiento en el mundo real puede ser:
  - ✓ Peligrosa: Por ejemplo, cuando el instructor o el aprendiz pueden sufrir algún daño.
  - ✓ Imposible: Por ejemplo, cuando la situación real no permite experimentación.
  - ✓ Inconveniente, como los problemas éticos y morales asociados a la clonación humana, o problemas de coste.
- Pueden suceder errores significativos por parte del alumno o aprendiz en el mundo real. Estos errores pueden ser:
  - ✓ Devastadores o desmoralizadores para el alumno.
  - ✓ Perjudiciales para el ambiente.
  - ✓ Causantes de averías al sistema.
  - ✓ Costosos.
- La interacción con el modelo es igual o más motivadora que la interacción con la situación real. Por ejemplo, cuando se usa un formato de juego.
- La realización de una clase atractiva requiere viajes, dinero y/o logística.
- Se desea lograr experiencias compartidas en un grupo.
- Se desea crear un entorno simulado para lograr los objetivos de aprendizaje.
- Es necesario hacer perceptible lo imperceptible. Por ejemplo, usar y mover figuras sólidas para representar colisiones.
- Quieren desarrollarse entornos participativos y de actividades que sólo pueden ser generados por

Figura 4. Casos de aplicación RV en la educación, continuación.

Fuente: (Vera Ocete, Ortega Carrillo, & Burgos González, 2003, pág. 14)

### **2.2.5. Visor de Realidad Virtual**

Para el funcionamiento de realidad virtual inmersiva se debe contar con un visor VR, esto es, un tipo de casco o visor tipo gafas, diseñado para la implementación de dicha tecnología. Estos visores cuentan con los principios que rigen la observación binocular (dos lentes, separados entre sí por una cierta distancia) que, al ser observados simultáneamente por nuestros ojos, brindan un enfoque único, interponiendo ángulos de vista de una misma imagen, lo que genera una percepción de profundidad 3D sobre la imagen expuesta, término considerado como *Estereoscopia*.

Los visores móviles poseen un espacio dedicado para ubicar el celular, algunos cuentan con un imán en uno de sus costados para navegar magnéticamente por la aplicación.

## **2.3 Motor de Videojuegos**

### **2.3.1 Definición**

Para el diccionario online de términos sobre videojuegos y cultura gamer (GAMERDIC, 2013) un motor de videojuegos es un sistema diseñado para la creación de videojuegos que aglutina un conjunto de aplicaciones necesarias para su desarrollo. Su función principal es dotar al juego de un motor gráfico para el renderizado de los modelos y animaciones que forman el videojuego, aunque a menudo los motores incorporan un entorno de desarrollo formado por varias herramientas para facilitar a los desarrolladores el trabajo, como un motor de físicas o un motor de colisiones. (Definición de Motor de juego [en línea], pág. párr. 3)

Aunque fueron desarrollados inicialmente para el área de los videojuegos tienen múltiples usos, para nuestro caso en particular el desarrollo de una aplicación de realidad virtual inmersiva.

### 2.3.2 Tipos de Motores para videojuegos.

Parafraseando a (Ouazzani, 2012) Existen diversos tipos de motores para la creación de ambientes virtuales que varían, según las funciones que ofrecen, las plataformas de compatibilidad, el nivel de desarrollo o valor adquisitivo. Entre los más conocidos tenemos:

**Tipo Roll Your Own:** Es un motor de bajo nivel, ya que para lograr desarrollar por lo menos una escena se debe crear por código cada interacción, objeto, ambientación, etc. Esto hace que sea una labor muy dispendiosa en tiempo y dinero. Sin embargo, el desarrollador crea únicamente los recursos que pretende utilizar, por ello evita que se carguen recursos innecesarios, lo que conlleva a que se aliviane la carga en el procesador.

**Tipo Mostly Ready:** Poseen opciones de renderizado, físicas y una interfaz de desarrollo con distintas herramientas de diseño. Debido a eso su desarrollo se da en un tiempo menor.

Según Ouazzani, “Existen varios motores de este tipo y van desde los gratuitos como ORGE, Génesis hasta los que tiene un precio elevado como Unreal, id Tech o GameBryo pasando por los de bajo precio como Torque.” (2012, p.17)

**Tipo Point And Click:** Con éste tipo de motor, no es necesario tener un nivel avanzado de programación, cuenta con una interfaz agradable y muy completa. Sin embargo, para algunos casos en que se necesita un desarrollo específico de videojuego se queda corto en materia de herramientas. Este tipo de motor permite dejar de lado aspectos tediosos por ser un motor de alto nivel, como afirma Ouazzani, “De allí que existan ya varios motores de este tipo como GameMarker, Torque, Game Builer o el que vamos a ver en esta manual Unity 3D.” (2012, p.18)

Para el desarrollo de una aplicación audiovisual como la propuesta en este documento, se requiere de un motor con características Point and Click.

### **2.3.3 Unity 3D**

Unity 3D es del tipo Point And Click lo que lo hace un motor muy completo y de alto nivel, cuenta con una interfaz agradable para el usuario; además su versión personal que, aunque limitada es gratuita, actualizable y cuenta con una tienda de assets que incluye todo tipo de texturas, materiales, prefabs, sprites y audios, aunque la mayoría de paga, tiene muy buenos recursos.

Unity cuenta con una gran base documental, tutoriales, capacitaciones online y una gran comunidad de desarrolladores tanto amateur como avanzados, ofreciendo así un variado soporte a su software, además de ello, es multiplataforma pues soporta Windows, Mac OS X, iOS, Web Player, Wii, Android, entre otros, y fundamenta su programación en distintos tipos de lenguaje como C#, Boo o JS bajo el compilador MonoDevelop. En materia de realidad virtual, aún se encuentra en fase de desarrollo, aunque ya cuenta con características disponibles para los desarrolladores, dando la posibilidad de lograr óptimos resultados. De modo que, Unity se convirtió en el mejor candidato para la puesta en marcha del aplicativo RV realizado.

### **2.4 Efectos Físicos**

La comprensión de una fenomenología exige la organización de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, esto es una descripción detallada del fenómeno, la cual está imbricada en la actividad experimental que exige una comprensión conceptual que acompañe a la intervención y disposición experimental. (Manrique, Sánchez, & Osorio, 2014, pág. 1 párr.1)

### 2.4.1 Definición Efecto Físico

Es aquello que se consigue como consecuencia de una causa. “Constituye un fenómeno que se genera por una causa específica y que aparece acompañado de manifestaciones puntuales que pueden ser establecidas de forma cualitativa y cuantitativa.” (Pérez Porto & Gardey, 2008)

Cuando se realiza una alteración en las propiedades y/o condiciones iniciales de la materia, podemos hablar de *Transformación*. Véase [Tabla 1](#)

En la tabla 1 se referencian treinta y cuatro fenómenos presentes en la transformación de los distintos tipos de energía; de los cuales se escogió por energía de **Salida la Eléctrica** y por **energías Entrantes** con su respectivo fenómeno: la Mecánica, con el efecto piezoeléctrico; la Magnética con el efecto Hall y la Química con el efecto Volta. Conceptualizamos cada uno a continuación.

Tabla 1 Fenómenos presentes en la transformación de energía.

<b>Salida Entrada</b>	<b>RADIANTE</b>	<b>MECÁNICA</b>	<b>TÉRMICA</b>	<b>ELÉCTRICA</b>	<b>MAGNÉTICA</b>	<b>QUÍMICA</b>
<b>RADIANTE</b>	Fotoluminiscencia	Presión de Radiación.	Calentamiento por radiación.	Fotoconductividad	Fotomagnetismo	Reacción Fotoquímica.
<b>MECÁNICA</b>	Efecto Foto-elástico	Conservación del Momentum.	Calor de Fricción.	<b>Efecto Piezoeléctrico.</b>	Magnetostricción	Reacción Inducida por Presión.
<b>TÉRMICA</b>	Incandescencia	Expansión Térmica.	Conductividad por Calor.	Efecto Seebeck	Ley Curie - Weiss	Reacción Endotérmica.
<b>ELÉCTRICA</b>	Electroluminiscencia	Efecto Piezoeléctrico.	Efecto Peltier	Unión P-n	Ley de Ampere	Electrólisis
<b>MAGNÉTICA</b>	Efecto Faraday	Magnetostricción.	Efecto Etting - Housen.	<b>Efecto Hall</b>	Inducción Magnética.	
<b>QUÍMICA</b>	Quimioluminiscencia	Reacción Explosiva.	Reacción Exotérmica.	<b>Efecto Volta</b>		Reacción Química.

Fuente: Autor

### 2.4.2 Efecto Piezoeléctrico

La energía eléctrica se puede producir por medio de la presión ejercida sobre algunos materiales de cristal como el cuarzo. Los cristales, según afirma (ASOCAE ONGD, s.f.) son sustancias en las que las moléculas están colocadas de una manera uniforme. Puede ser un cuerpo simple o compuesto, pero generalmente es simple. Por motivo de simplicidad se supone que las moléculas cristalinas son esféricas.

(Nisenet, 2013) Los cristales de cuarzo están hechos de átomos de silicio y oxígeno. Los átomos de silicio tienen una carga positiva y los átomos de oxígeno tienen una carga negativa. Si el cristal no está bajo ningún tipo de estrés externo, las cargas se dispersan uniformemente en las moléculas a través del cristal.

Pero al someter las caras del cristal a una presión considerable, éste se comprime, produciendo en las moléculas que las cargas eléctricas se dispersen positivas a un lado y negativas al otro; lo que genera en sus caras opuestas una diferencia de potencial. Si mantenemos esa presión, “la corriente sigue fluyendo hasta el momento en que las cargas se igualan. Cuando cesa la fuerza de presión y el cristal se descomprime, éste desarrolla una fuerza en sentido contrario que hace fluir la corriente, pero en dirección opuesta.” (ASOCAE ONGD, s.f., pág. 5 párr. 6)

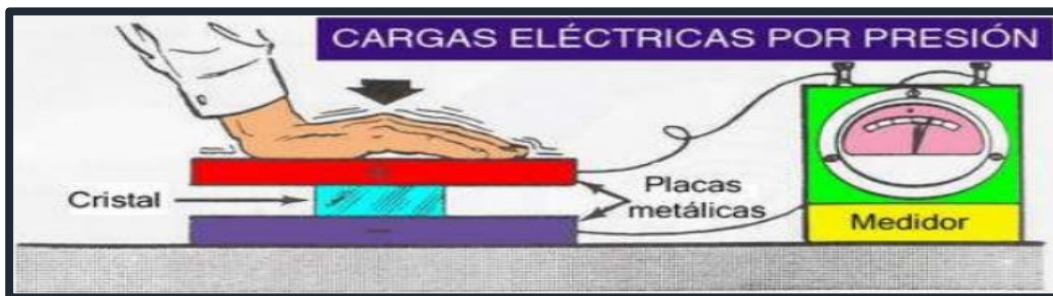
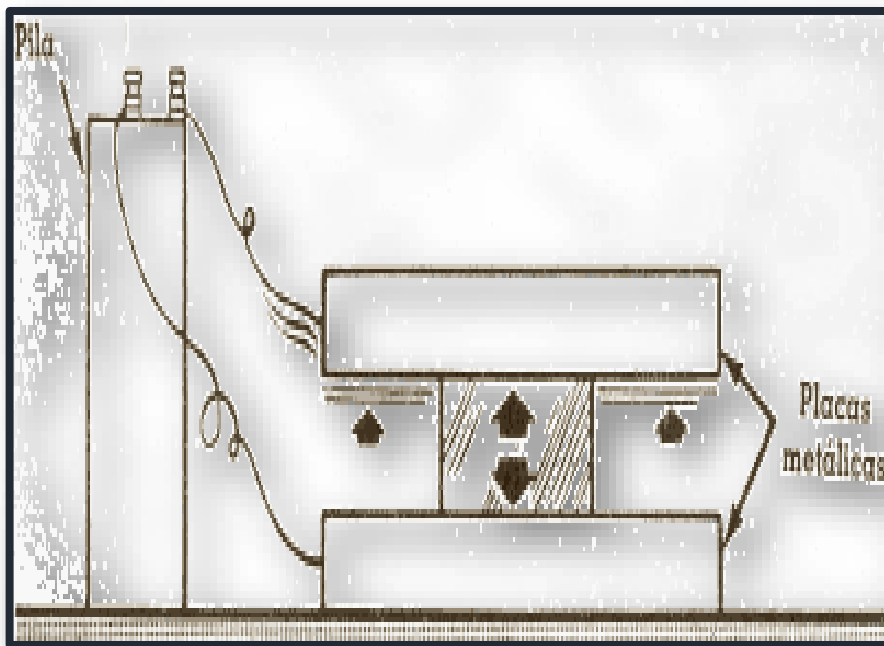


Figura 5. Efecto Piezoeléctrico directo

Fuente: <http://es.slideshare.net/AndresCamiloAcevedoB/electrotecnia-40152781>

### 2.4.3 Efecto Piezoeléctrico Inverso

Por otro lado, si aplicamos una fuerza electromotriz sobre las caras del cristal a partir de una fuente externa como una pila, el material piezoeléctrico se deformará, produciendo una vibración, es decir; generará energía mecánica a partir de energía eléctrica. Véase [Figura 6](#)



*Figura 6. Efecto piezoeléctrico inverso.*

Fuente: [http://www.natureduca.com/images\\_fis/elec\\_presion2.gif](http://www.natureduca.com/images_fis/elec_presion2.gif)

Al descubrimiento de dichos comportamientos les llamaron efecto piezoeléctrico directo y efecto piezoeléctrico inverso. Dichos efectos fueron descubiertos por los hermanos Pierre y Jacques Curie.

### 2.4.4 Efecto Hall

El efecto Hall “es la medición del voltaje transversal en un conductor cuando es puesto en un campo magnético.” (EcuRed, 2010, pág. 1 párr. 1) En octubre de 1879, el físico Edwin Herbert Hall descubrió el efecto que lleva su nombre.

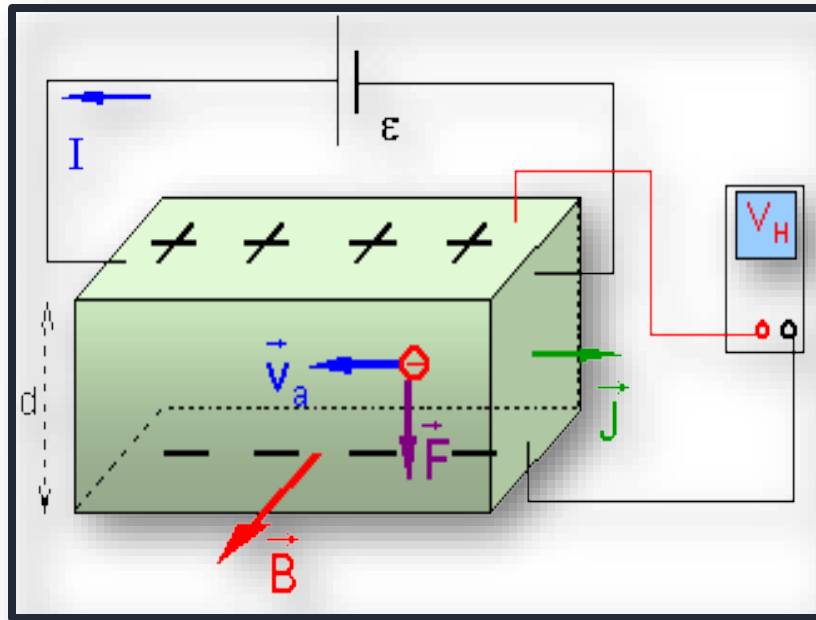


Figura 7. Efecto Hall

Fuente: <http://personales.upv.es/jquiles/prffi/magnetismo/ayuda/hall.gif>

Cuando por un material conductor o semiconductor, circula una corriente eléctrica, y estando este mismo material en el seno de un campo magnético, se comprueba que aparece una fuerza magnética en los portadores de carga que los reagrupa dentro del material, (Fuerza de Lorentz) esto es, los portadores de carga se desvían y agrupan a un lado del material conductor o semiconductor, apareciendo así un campo eléctrico perpendicular al campo magnético y al propio campo eléctrico generado por la batería ( $F_m$ ). Este campo eléctrico es el denominado campo Hall (EH). (EcuRed, 2010)

### 2.4.5 Efecto Volta

Para 1790, el señor Alessandro Volta logró descubrir que, si sumergimos dos placas, una de Zinc y otra de Cobre a las que llamaremos celdas electrolíticas o simplemente electrodos, a una solución ácida que conduce electrones llamada electrolito compuesta de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y agua ( $H_2O$ ) se generaría una reacción química del electrolito con los electrodos, haciendo que el electrodo de Zinc gane iones negativos convirtiéndose en el terminal negativo y el Cobre los pierda siendo el terminal positivo. Entre las dos placas se generará entonces una diferencia de potencial y una fuerza electromotriz. Si a sus extremos exteriores conectamos un material conductor se generará una corriente eléctrica.

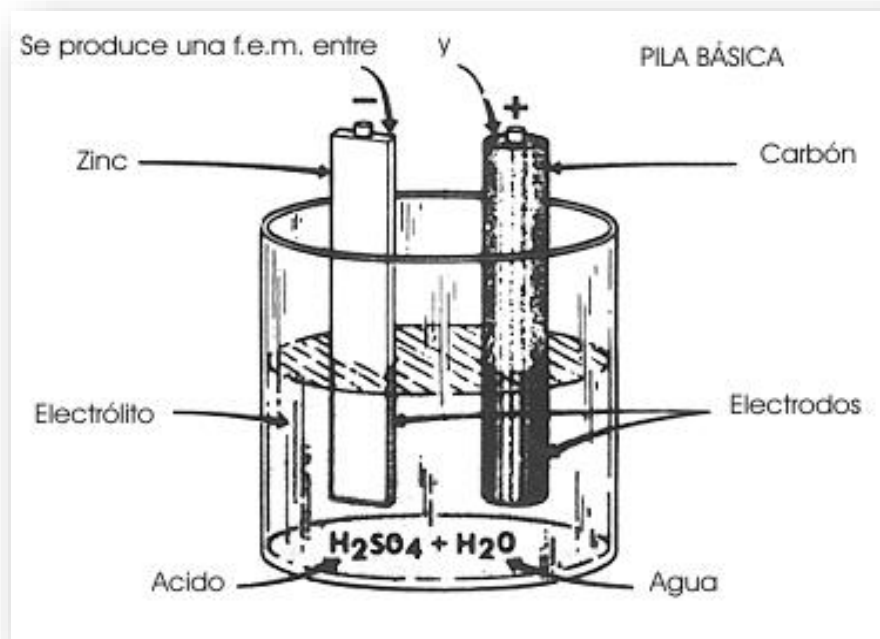


Figura 8. Efecto Volta. Pila primaria

Fuente: [http://www.sapiensman.com/electrotecnia/pilas\\_y\\_baterias.htm](http://www.sapiensman.com/electrotecnia/pilas_y_baterias.htm)

## 2.5 Metodología SCRUM

SCRUM es una metodología implementada en desarrollo de software que tiene por fundamento el trabajo colaborativo, trabajo en equipo.

En Scrum se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto. Por ello, Scrum está especialmente indicado para proyectos en **entornos complejos**, donde se necesita **obtener resultados pronto**, donde los **requisitos son cambiantes o poco definidos**, donde la **innovación**, la **competitividad**, la **flexibilidad** y la **productividad** son fundamentales. (Proyectos ágiles.org, s.f.)

El Equipo Scrum está conformado de la siguiente manera:

- ♣ El propietario del producto (Product Owner)
- ♣ El Equipo de Desarrollo (Developers)
- ♣ El Scrum Master



*Figura 9. Ciclo ágil SCRUM*  
Fuente: Autor

### **2.5.1 Concepto**

En esta fase se lleva a cabo el análisis sobre el flujo de contenido, cada uno de los conceptos, se fundamenta de varias fuentes la terminología correspondiente y se traza el guion que acompañará cada escena del proyecto. Se planifican los pasos a seguir, así como los requerimientos.

### **2.5.2 Especulación**

Se lleva a cabo de forma concurrente un montaje o borrador, adaptando distintas ideas y escenarios factibles para futuras referencias, se evalúan distintas propuestas y se objetan los avances de contenido, en programación, diseño de interfaz, ambientación y pruebas de hardware.

### **2.5.3 Exploración**

Se realizan pruebas de adaptación e integración de medios tanto de software (scripts, audios, interacción) como de hardware (montaje de prueba en visor RV) y mecánicas de desarrollo. Se evalúan y corrigen las fallas presentes.

### **2.5.4 Revisión**

Se realiza un escaneo de todo el proceso realizado hasta el momento para lograr diagnosticar fallas de implementación o difusión de conceptos y así realizar los respectivos ajustes.

### **2.5.5 Cierre**

Se finaliza la etapa culminada hasta esa parte y con el aval del equipo se abre un nuevo ciclo ágil para dar continuación al mismo.

Todo éste ciclo ágil se desarrolla de forma permanente durante todo el proceso de ejecución y es evaluado por el equipo SCRUM, para el caso, el autor y el asesor de proyecto. Esto sucede hasta lograr cumplir con todos los objetivos propuestos.

## Capítulo 3.

### 3 Desarrollo

#### 3.1 Generalidades

En disposición a la puesta en marcha del proyecto se establecen ciertos parámetros en software y hardware, así como la elección del contenido.

Se decide realizar un aplicativo multiplataforma con enfoque educativo, basado en realidad virtual inmersiva y que contemple la temática de tres efectos físicos presentes en la transformación de energía. En software, se opta por el motor de videojuegos Unity 3D Personal; por entorno de desarrollo integrado Visual Studio Community 2015. En hardware, se utilizaron gafas RV móvil tipo Cardboard y los ejecutables se accionaron en el dispositivo móvil SONY Xperia Z3.

Para el desarrollo de los contenidos interactivos el canal de flujo cumple con la intención de garantizar un ambiente agradable que en caso de no condicionarse de la mejor manera produce aburrimiento, como lo asegura (Csikszentmihalyi, 2007):

Si los desafíos son demasiado altos, nos quedamos frustrados, después preocupados y, por último, ansiosos. Si los desafíos son demasiado bajos con relación a nuestras capacidades nos sentimos relajados y después aburridos. Si percibimos que los desafíos y las capacidades presentan un bajo nivel nos sentimos apáticos. (pág. 43)

De modo que, aplicar texturas, luces y audios; debido a que los tópicos se centran en enfoques científicos y no es orientado a ser videojuego, el usuario debe estar contextualizado con la temática que se aborda, de manera que, no se debían exceder las características irreales y

fantasiosas de las escenas, por el contrario, se debían ajustar los conceptos a sus explicaciones más coherentes.

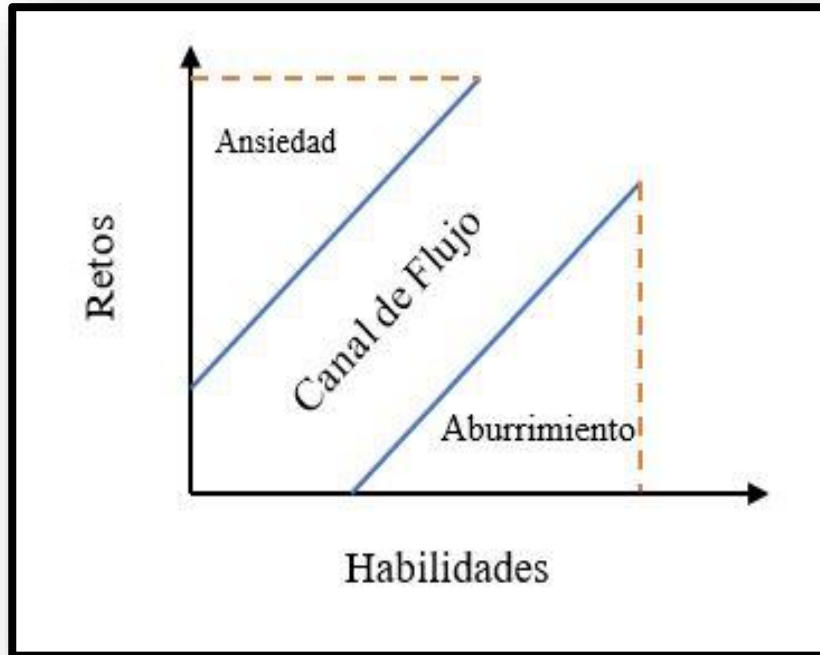


Figura 10. Canal de Flujo  
Fuente: Autor

### 3.1.1 Nombre de la App

La aplicación tiene por nombre **Energy Effect VR**, que en español sería Efecto Energía RV, sin embargo, se mantendrá en el idioma inglés por su universalidad, lo que brindará por motivos de globalización un mayor alcance de público. Las palabras Effect Energy reúnen la condición de que son efectos ajustados a la energía y la sigla VR denomina su naturaleza como tecnología virtual.

### 3.1.2 Logo

En el logo se plasma el nombre del aplicativo VR reforzado con una imagen superior en forma de advertencia de riesgo eléctrico por consideración del autor.



*Figura 11. Logo*  
Fuente. Autor

### 3.1.3 Público Objetivo

Como se mencionó en el apartado de *Delimitación*, ésta App se enfoca en un carácter educativo de distintas ciencias; para adquirir de forma clara los conceptos allí planteados, es necesario tener conocimientos básicos de física, química, entre otros. Sin embargo, la plataforma es asequible para el público en general.

Como una recomendación al público, afirma (Pascual, 2016) que: PlayStation VR no son recomendables para niños menores de 12 años. Oculus Rift y Samsung Gear VR proponen una edad mínima de 13 años. La imagen 3D exige que la vista esté completamente formada para enfocar correctamente. Por eso las películas 3D y la consola Nintendo 3DS tienen una calificación de edad de 7 años, que es cuando se considera que la visión ya está desarrollada. La Realidad Virtual sube a los 12 o 13 años por razones de madurez, pues exige

taparse los ojos con unas pantallas y en algunos casos también andar y mover los brazos y los pies, lo que podría dar lugar a caídas y tropiezos. (pág. 1 párr. 23)

Otorgaremos la información anterior al aplicativo en discusión para prevenir todas las posibles dificultades allí expresadas.

Esta aplicación cuenta con el plus de la portabilidad, ya que solo es necesario instalar el aplicativo en un Smartphone para lograr acceder a ella, lo que permite que la App pueda ser compartida en el celular de otra persona.

## 3.2 Mecánicas del Juego

### 3.2.1 Control.

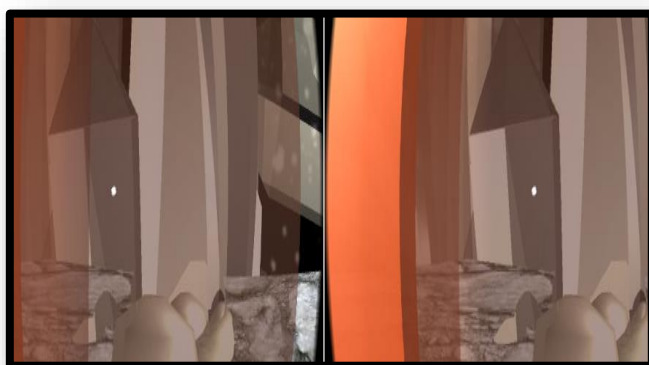
El control de interacción entre la interfaz de la aplicación y el usuario se efectúa en su totalidad a través del movimiento omnidireccional de la cabeza. Debido al diseño realizado en este entorno virtual, se hace innecesario otro tipo de control.

La comunicación de la interfaz y el movimiento de cabeza, se logra gracias a que existe una sincronización del giroscopio interno del hardware con la relación entre el espacio real y el virtual.

Para el usuario, en el punto focal de observación aparece como guía un puntero en forma de punto blanco en el centro visual del lente como el de la [Figura 12](#); si el usuario posiciona el *puntero guía* sobre un comando de interacción (un recuadro del menú o un botón cualquiera), dicho puntero cambiará su forma a un aro blanco, que hará las veces de *puntero de selección*, como el mostrado en la [Figura 13](#) y con el cual se podrá navegar en el entorno de selección.

Una vez el usuario haya posicionado el puntero de selección sobre el cuadro o botón de su elección, se hace visible parte de una imagen que se completará de manera progresiva en

sentido de las manecillas del reloj como la observada en la [Figura 14](#), que al llenarse por completo activará el script de cambio de escena *SwitchScene*, descrito en el apartado de programación. Este llenado de imagen progresivo se condiciona como un tiempo prudente para asegurar que la elección hecha por el usuario no haya sido de forma accidental. En caso de ser así, el usuario podrá apuntar fuera del comando y la cuenta volverá a su estado inicial.



*Figura 12. Puntero Guía*  
 Fuente. Autor



*Figura 13. Puntero de Selección sobre el cuadro de créditos*  
 Fuente. Autor

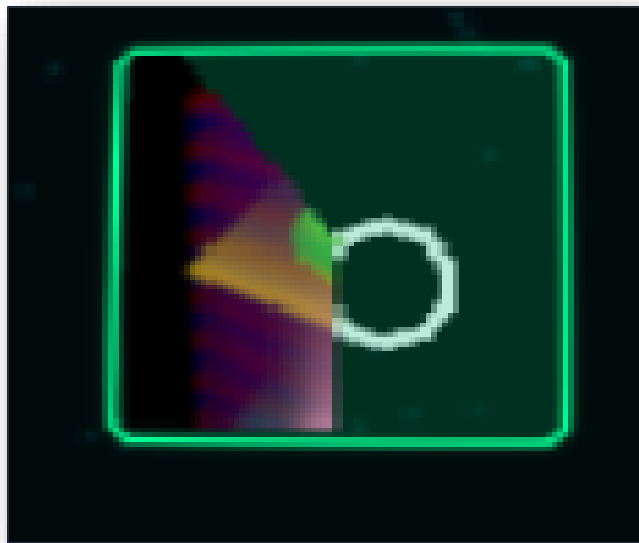


Figura 14. Imagen Progresiva para cambio de escena.  
Fuente. Autor

### 3.2.2 Interacción Entre Escenas

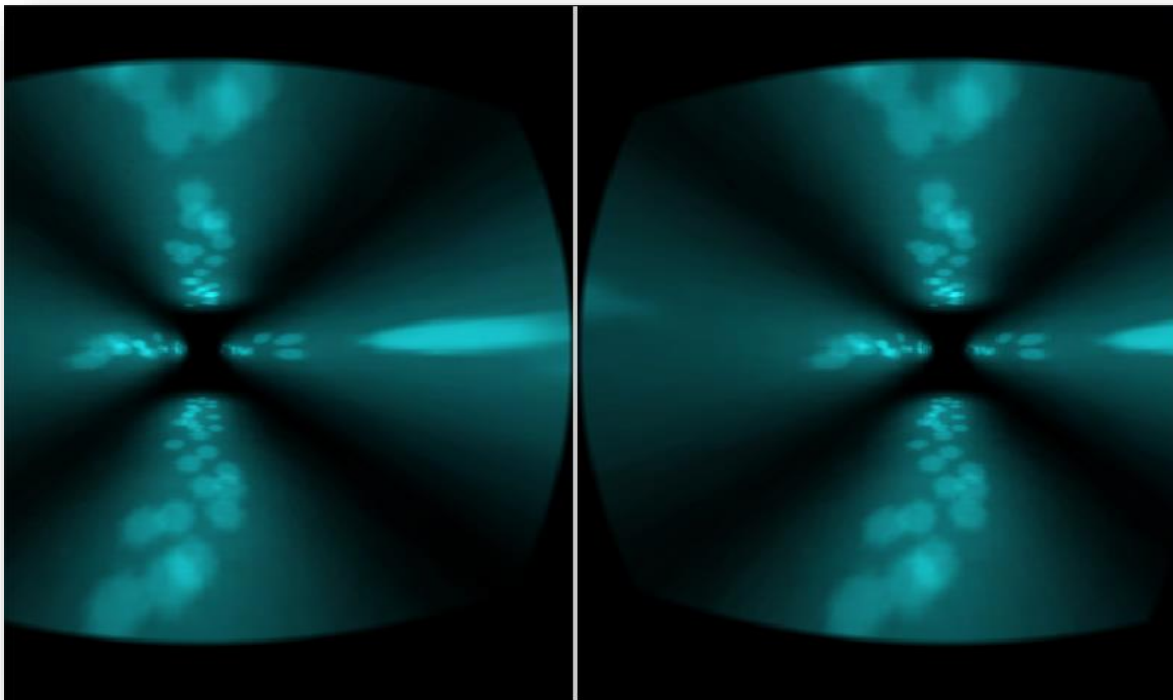
Las escenas realizadas se basan en niveles lineales, es decir; los eventos suceden de forma consecutiva, una vez el usuario selecciona la escena, se adentra en la interacción de la explicación de forma mecánica.



Figura 15. Escena Intro  
Fuente. Autor

**3.2.2.1 Escena Intro.** Al inicio de esta escena, aparecerá el logo y nombre de la aplicación como un reconocimiento al entorno creado y automáticamente se hará un salto a la escena Intro2.

**3.2.2.2 Escena Intro2.** En ésta escena, se contextualiza al usuario por medio de una introducción sobre los contenidos que podrá experimentar de forma inmersiva. Al terminar dicha introducción se ejecutará automáticamente la escena Menú Principal.



*Figura 16. Escena Intro2*  
Fuente. Autor

**3.2.2.3 Escena Menú Principal.** Aquí, se reúnen los cuadros de navegación sobre los contenidos en los que el usuario podrá navegar, estos son: Efecto Piezoeléctrico, Efecto Volta, Efecto Hall, Créditos y Salir. Si se desea navegar por una escena del menú principal basta con ubicar el puntero guía sobre uno de los cuadros.



Figura 17. Escena Menú Principal  
Fuente. Autor

**3.2.2.4 Interacción Regresar al Menú Principal.** Al finalizar la experiencia de alguna de las escenas escogidas, el usuario podrá regresar al menú principal seleccionando la imagen siguiente.



*Figura 18. Regresar Menú Principal*  
Fuente. Autor

**3.2.2.5 Escena Secundaria.** Además de la interacción general entre las escenas y el menú principal, se utiliza la siguiente imagen para acceder a las escenas secundarias.



*Figura 19. Cambio Escena Secundaria*  
Fuente. Autor

### **3.3 Recursos de Diseño**

#### **3.3.1 Modelos**

En las distintas escenas se pueden apreciar distintos modelos de prefabs obtenidos de forma gratuita en diversas páginas de índole común, así como modelos elaborados a partir de los materiales y texturas manipulados por el autor. En la [Tabla2](#) se relacionan los principales modelos implementados.

#### **3.3.2 Texturas**

Las texturas de la [Figura 20](#) hacen parte de las utilizadas en el proceso de materialización y recreación del espacio virtual. Éstas texturas son sobrepuestas como pieles sobre los GameObjects para resaltar su realismo, en ocasiones, depende de las texturas que el entorno luzca realista.

Tabla 2 Modelos

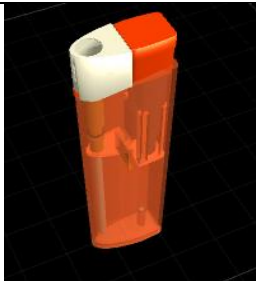
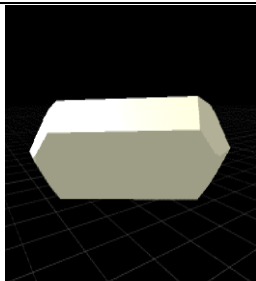
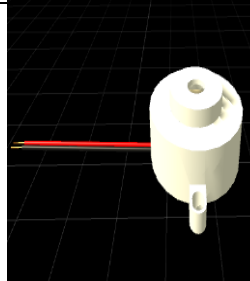
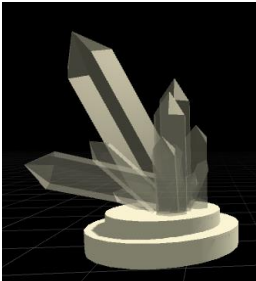
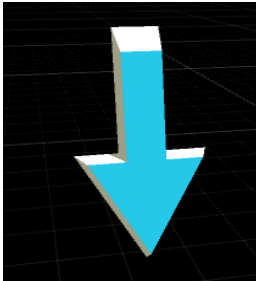

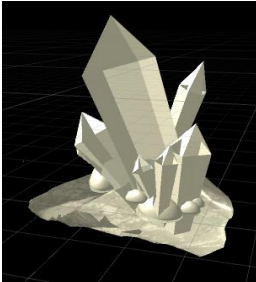
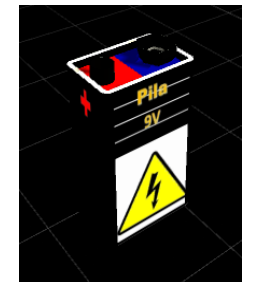
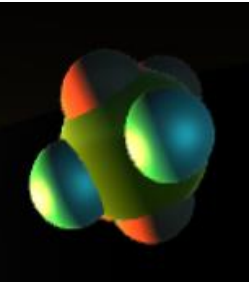



MODELOS		
		
Briquet	Cuarzo1	Membrana
		
Cuarzo 2	Flecha	Placa Oro
		
Cuarzo 3	Pila Eléctrica	Molécula
		
Signo Positivo	Signo Negativo	Imán





Figura 21. Lista de Materiales  
Fuente. Autor

### 3.3.4 Audios

Se tienen dos tipos de audio, los sonidos propios de ambientación y las voces que describen los efectos.

#### **3.3.4.1 Ambientación.**

Para la música de ambientación se obtuvieron diversos audios gratuitos de la página <https://freesound.org/> que una vez descargados fueron dispuestos en las distintas escenas según su temática y se reprodujeron en momentos determinados de acuerdo al tiempo de animación, buscando siempre garantizar la mejor sensación de inmersión en el usuario. Los audios utilizados se referencian en la Tabla 3.

#### **3.3.4.2 Voces.**

Los diálogos que acompañan los diversos contenidos fueron realizados por el autor; a forma de guion se dispusieron por tiempos de grabación no mayores a 72 segundos, con el propósito de poderlos sincronizar con las animaciones de una forma mucho más fácil y confiable. A su vez, en caso de existir un cambio de último momento poder manipularlos como pequeñas pistas.

Para la grabación y posterior edición, se contó con la colaboración del Licenciado en Electrónica Andrés Vicente Apraez quién dispone de los recursos apropiados para obtener una grabación decente.

Como parte adicional, se puede acceder al guion de los diálogos grabados en la sección de **Anexos**.

Tabla 3. Audios de Ambientación

<b>AUDIOS DE AMBIENTACIÓN</b>			
<b>Pista</b>	<b>Escena Relacionada</b>	<b>Autor</b>	<b>FUENTE</b>
120365__stk13__untitled-13	Efecto Piezoeléctrico1	stk13	<a href="https://freesound.org/people/stk13/sounds/120365/">https://freesound.org/people/stk13/sounds/120365/</a>
spark24726__freqman__-fm-tri-90-sin-110[1]	Efecto Piezoeléctrico 2	FreqmMan	<a href="https://freesound.org/people/FreqMan/sounds/24726/">https://freesound.org/people/FreqMan/sounds/24726/</a>
circuit-bent68366__geekhorde__-samples-01[1]	Efecto Volta1	geekhorde	<a href="https://freesound.org/people/geekhorde/sounds/68366/#">https://freesound.org/people/geekhorde/sounds/68366/#</a>
Wind-space-howling-effect	Efecto Volta 2	Karma-Ron	<a href="https://freesound.org/people/Karma-Ron/sounds/130883/">https://freesound.org/people/Karma-Ron/sounds/130883/</a>
spaceship-pass30350__matt-g__large-	Efecto Hall	Matt_G	<a href="https://freesound.org/people/Matt_G/sounds/30350/">https://freesound.org/people/Matt_G/sounds/30350/</a>
Inspectorj__ambience-wind-chimes	Menú Principal	InspectorJ	<a href="https://freesound.org/people/InspectorJ/sounds/353501/">https://freesound.org/people/InspectorJ/sounds/353501/</a>
indie-rockin-6-1	Créditos	Mareproduction	<a href="https://freesound.org/people/mareproduction/sounds/352549/">https://freesound.org/people/mareproduction/sounds/352549/</a>

Constructsound__synth-loop-3	Intro	BConstruct Sounds	<a href="https://freesound.org/people/BConstructSound/sounds/360317/">https://freesound.org/people/BConstructSound/sounds/360317/</a>
233997__prosser__orbiting-planet-gas-giant	Efecto Volta 2	Prosser	<a href="https://freesound.org/people/Prosser/sounds/233997/">https://freesound.org/people/Prosser/sounds/233997/</a>
348955__agaxly__crumble-8	Efecto Piezoeléctrico 1	Agaxly	<a href="https://freesound.org/people/Agaxly/sounds/348955/">https://freesound.org/people/Agaxly/sounds/348955/</a>
buzz-2346396__bigmanjoe__industrial-	Efecto Piezoeléctrico 3	bigmanjoe	<a href="https://freesound.org/people/bigmanjoe/sounds/346396/">https://freesound.org/people/bigmanjoe/sounds/346396/</a>
352764__nintend0wn__the-temple	Efecto Piezoeléctrico 2	Nintend0wn	<a href="https://freesound.org/people/nintend0wn/sounds/352764/">https://freesound.org/people/nintend0wn/sounds/352764/</a>
ambient-beat	Efecto Hall	Dasgoat	<a href="https://freesound.org/people/Dasgoat/sounds/361594/">https://freesound.org/people/Dasgoat/sounds/361594/</a>
Appear	Intro2	Tales FTR	<a href="http://talesfromtherift.com/vr-splash/">http://talesfromtherift.com/vr-splash/</a>

---

Fuente. Autor

### 3.4 Disposiciones Técnicas

Todo el proceso llevado a cabo en la ejecución del proyecto y la integración de diversos recursos se llevó a cabo en el motor de videojuegos Unity Personal versión 5.4.1f1 Edición Personal. Que a su vez integra en sus herramientas la plataforma de desarrollo MonoDevelop para el desarrollo de Scripts. Adicional a esto necesita del SDK Android Studio para ampliar su portabilidad sobre el S.O. de Android.

Para asegurar el buen desempeño de Unity con Android Studio se hizo necesario seguir los pasos descritos a continuación.

1. Instalar el Android Studio. Para este proyecto se contó con Android Studio Bundle versión 143.2915827 compatible con el S.O. Microsoft Windows 10 Anniversary, que es el S.O. host del PC de desarrollo.
2. A continuación, se instaló Java SE SDK 8u92
3. Finalizada la instalación de ambos, en Unity, pestaña Edit/Preferences/External Tools se pegan las rutas tanto del JDK como del SDK de los programas anteriores. Con esto se logra que Unity establezca compatibilidad con Android.

De forma propositiva, para visualizar de forma simultánea la puesta en marcha de lo que se realiza sobre el motor gráfico, se siguen estos pasos:

1. Para observar en tiempo real la depuración de lo que se ha desarrollado en Unity desde el Smartphone, se debe activar el modo de depuración USB desde las opciones de Desarrollo del dispositivo móvil.
2. En Unity, Edit/Project Settings/Editor se selecciona el apartado Device/Any Android Device, con lo que Unity reconocerá el dispositivo Android.

3. Seguido a lo anterior, basta con conectar por medio de un cable USB el dispositivo Android con el PC, ejecutar en el Smartphone el Unity Remote 5 previamente descargado e instalado desde la Play Store de Google y darle Play al botón de acción de Unity.

En el transcurso del proyecto se hizo necesario realizar constantemente pruebas remotas con el fin de acortar los tiempos de ensayo y encontrar de forma rápida posibles fallos de diseño o ejecución.

Si no se desea operar de forma remota el ejecutable App, basta con ir a la pestaña *File/Build Settings*, seleccionar las escenas que se desean probar en *Scenes in Build*, seleccionar Android en Platform y dar clic en Build. Luego, descargar e instalar en el Smartphone el archivo **.Apk** que genera Unity una vez compilado el programa.

En la ejecución de las pruebas se contó con un Smartphone SONY Xperia Z3 con pantalla de 5.2", acelerómetro, giroscopio, y S.O. Android 6.0.1. Y las ya mencionadas antes, gafas RV Móvil FAVOLCANO, homólogas a las Cardboard de Google.

### **3.5 Programación**

Unity posee múltiples herramientas de diseño, como GameObjects, Assets, Components, que son fundamentales en el momento de recrear un escenario, muchas veces dichas herramientas son alteradas directamente desde diversos códigos o Scripts. Por ello, es necesario realizar una breve descripción en forma generalizada de las herramientas más utilizadas en la elaboración de este proyecto.

**GameObject.** Un GameObject es todo tipo de objeto creado en el entorno Unity, como Cilindros, Terrenos, Cámaras, Luces, Audios, entre otros, que pueden utilizarse para interactuar con el usuario o con otro objeto. En ocasiones, sólo hacen parte de la ambientación.

**Components.** Los componentes son una serie de comportamientos que se le pueden adherir a los GameObjects en forma de renderizado, audio, física, entre otros.

**Assets.** Los assets, hacen referencia a los recursos de los que dispone el creador de proyectos. Como la importación, exportación y/o creación de recursos como materiales, scripts, sprites, animaciones, escenas, prefabs, entre otros.

Los códigos estructurados en los distintos scripts, alteran a gusto del desarrollador las distintas propiedades contenidas en los GameObject, Assets o Components.

Para lograr ejecutar un control de eventos en Unity existen varios lenguajes de programación, del que se tomó por referencia, el conocido lenguaje de programación de Microsoft Orientado a Objetos **C#**. Por medio de éste lenguaje se pueden programar los Scripts que interactúan con los objetos de Unity.

Cuando el usuario dirige el puntero de selección sobre un cuadro o botón evento, se ejecuta uno de los Scripts desarrollados, lo que activará una serie de instrucciones que dependerán únicamente del script contenido en ese botón.

Por otro lado, existen códigos programados que no necesitan de la intervención del usuario para ser ejecutados, pues están condicionados a accionarse de acuerdo a un suceso definido o a un tiempo programado, en otros casos, se accionan en forma de cascada.

En la siguiente [Tabla](#) se resumen los principales Scripts que intervienen en la dinámica interactiva de la App.

Tabla 4 Función de los principales Scripts utilizados en la elaboración del proyecto.

	<b>Nombre Script</b>	<b>Función</b>
<b>1</b>	ChangeColors	Este Script permite cambiar el color de texturizado de un GameObject al colisionar con otro GameObject. Se utilizó en la escena 2 del efecto piezoeléctrico.
<b>2</b>	ChangeMaterial	Permite cambiar de material al atravesar un GameObject, utilizado en el efecto Volta para alterar la composición de un panel puesto frente a la cámara al sumergirse en el electrolito.
<b>3</b>	ChangeSceneTrigger	Este script realiza un salto de escena cuando es atravesado por un GameObject. Se ejecuta en la escena Intro2.
<b>4</b>	CollisionDestroy	Destruye el GameObject que atraviere. Sirvió en la interacción de las moléculas del efecto Volta.
<b>5</b>	CollisionTriggerEnter	Este script activa un atributo en el GameObject "choque". Se implementó indistintamente en varios objetos.
<b>6</b>	CollisionTriggerEnter1	Este script desactiva un atributo en el GameObject que lleve por tag "choque". Se implementó indistintamente en varios objetos.
<b>7</b>	Deform	Si un GameObject con Tag definido "Golpe" atraviesa un objeto que contiene este Script, su Transform será alterado en el vector X, Y y Z de la propiedad Scale. Se utilizó para varios objetos, en especial, el cuarzo de la escena 2 del efecto Hall.
<b>8</b>	Exit	Este script interrumpe la aplicación. La cierra por completo de una forma segura.
<b>9</b>	Intro	Recrea la primera escena con animators. Simultáneamente como un background se carga la segunda escena. Sucede en la escena Intro.
<b>10</b>	Myunderwater	Por medio de la librería de efectos de imagen realiza un colorido a la textura del agua.

- |           |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>11</b> | MoveObject1             | Si se excede una distancia por medio de un desplazamiento en un eje definido, se realiza un cambio de posición por medio del Transform Position a las coordenadas declaradas.                                                                                                                                   |
| <b>12</b> | MovePatro               | Con éste script el desarrollador tendrá la libertad de agregar objetos en el escenario, como si fueran puntos de llegada o estaciones, por los que la cámara principal realizará un recorrido. Sirvió para trazar la trayectoria por la que el usuario deberá cruzar una vez seleccionada la escena conceptual. |
| <b>13</b> | ProgressRadialBehaviour | Realiza el llenado radial progresivo de una imagen cuando el puntero seleccionador se posa sobre ella. Es analógico a una barra de progreso y se usó en todas las interacciones en las que interviene directamente el usuario.                                                                                  |
| <b>14</b> | RotateObject            | Permite que los objetos que contienen éste Script roten en sus tres ejes, alterando las coordenadas del vector Rotate del Transform. Se aplicó en las moléculas y demás GameObjects giratorios.                                                                                                                 |
| <b>15</b> | SceneFade               | Este script permite suavizar los cambios de escena oscureciendo y aclarando progresivamente lo que observa el usuario; muy útil para evitar los cambios bruscos que pueden molestar la vista del usuario. Utilizado en todos los cambios de escena.                                                             |
| <b>16</b> | Sound                   | Cuando se atraviesa un objeto con éste script, se ejecuta el método OnTriggerEnter que, a su vez, configura como activo el componente audio. Muy útil para sincronizar efectos de desplazamiento y sonido.                                                                                                      |
| <b>17</b> | SwitchScene             | Con este script se logran los cambios de escena, se declara una variable pública llamada Scene, que de acuerdo al nombre de escena válido ingresado realizará el salto.                                                                                                                                         |
| <b>18</b> | Teletransport           | Con este script se realiza un movimiento instantáneo del objeto host a las coordenadas estipuladas en el Transform Position, se implementó en menús entre escenas.                                                                                                                                              |

## Capítulo 4

### 4. Flujo del Contenido Temático por Escenas

Las escenas se plantean de una forma interactiva en la que el usuario podrá relacionarse de manera inmersiva, apoyándose de la observación y la explicación generada de forma auditiva de cada uno de los conceptos que abordan los tres efectos físicos planteados, para el caso (Piezoeléctrico, Volta, Hall).

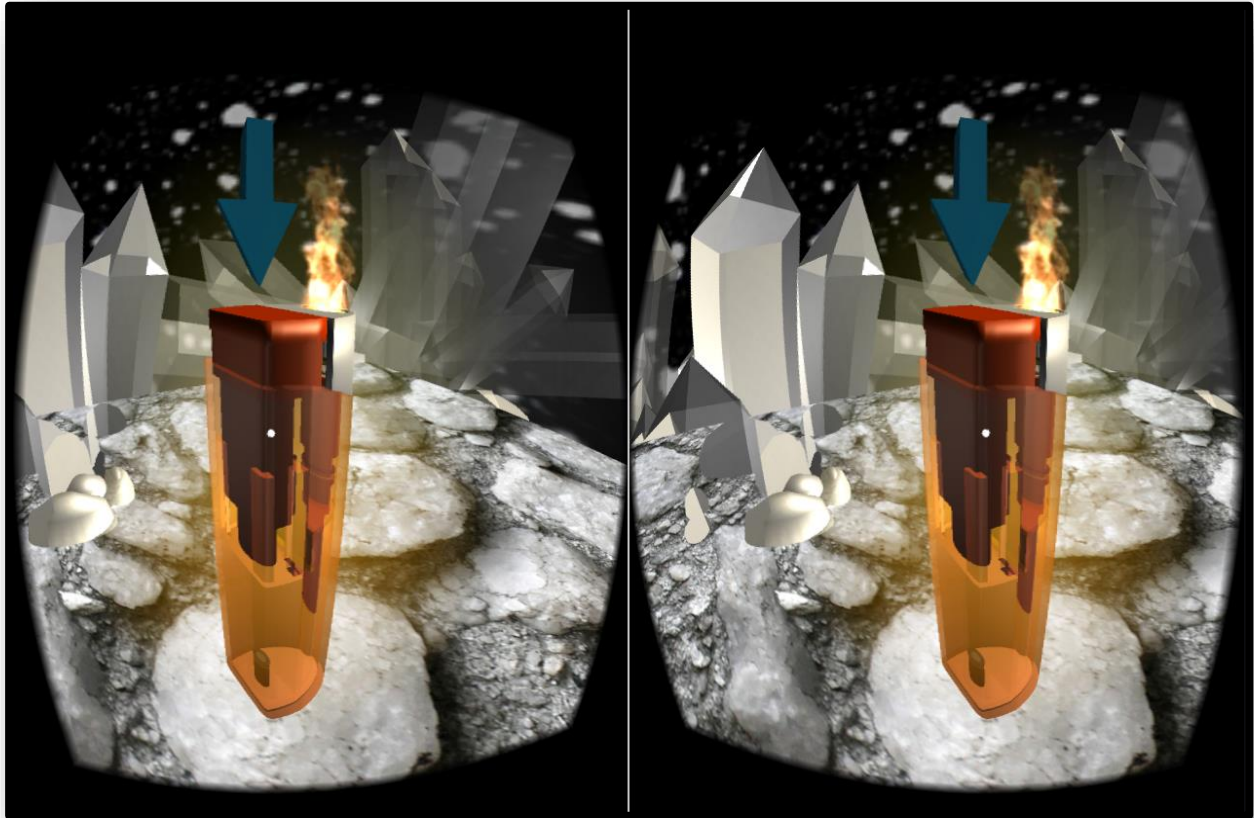
#### 4.1 Efecto Piezoeléctrico



*Figura 22. Selección Efecto Piezoeléctrico*  
Fuente: Autor

Para explorar el efecto piezoeléctrico, una vez el usuario se encuentre en el menú principal deberá seleccionar por medio del puntero de selección, el recuadro titulado con el nombre de dicho efecto.

Ya dentro, el usuario incursionará de manera visual por la primera escena, en la que se plantea explicar este efecto físico a partir del funcionamiento de un encendedor de pulso, en dónde particularmente hallamos este efecto. [Figura 23](#).



*Figura 23. Escena 1 Efecto Piezoeléctrico ejemplo Briquet*  
Fuente: Autor

Se espera que el usuario conozca de forma intuitiva el funcionamiento del encendedor cuando esté dentro de él. Allí se observará un rayo producido por un actuador de cristal de cuarzo, que genera la explosión para la quema del gas. Para conocer el cómo se genera la chispa en el cristal, se le guía por medio de un audio para que seleccione la próxima escena, haciendo uso de la mecánica de interacción como la de la [Figura 19](#). Una vez seleccionada la escena 2 del efecto piezoeléctrico se hará visible un cristal de cuarzo [Figura 24](#), con el que se procede a

explicar el fenómeno que ocurre en las moléculas y su relación con las cargas internas del cristal cuando dicho cristal es expuesto a una deformación física. [Figura 25](#)

Como finalidad conceptual, se espera que el observador consiga entender del porqué se genera dicha fuerza electromotriz en los extremos del cristal.

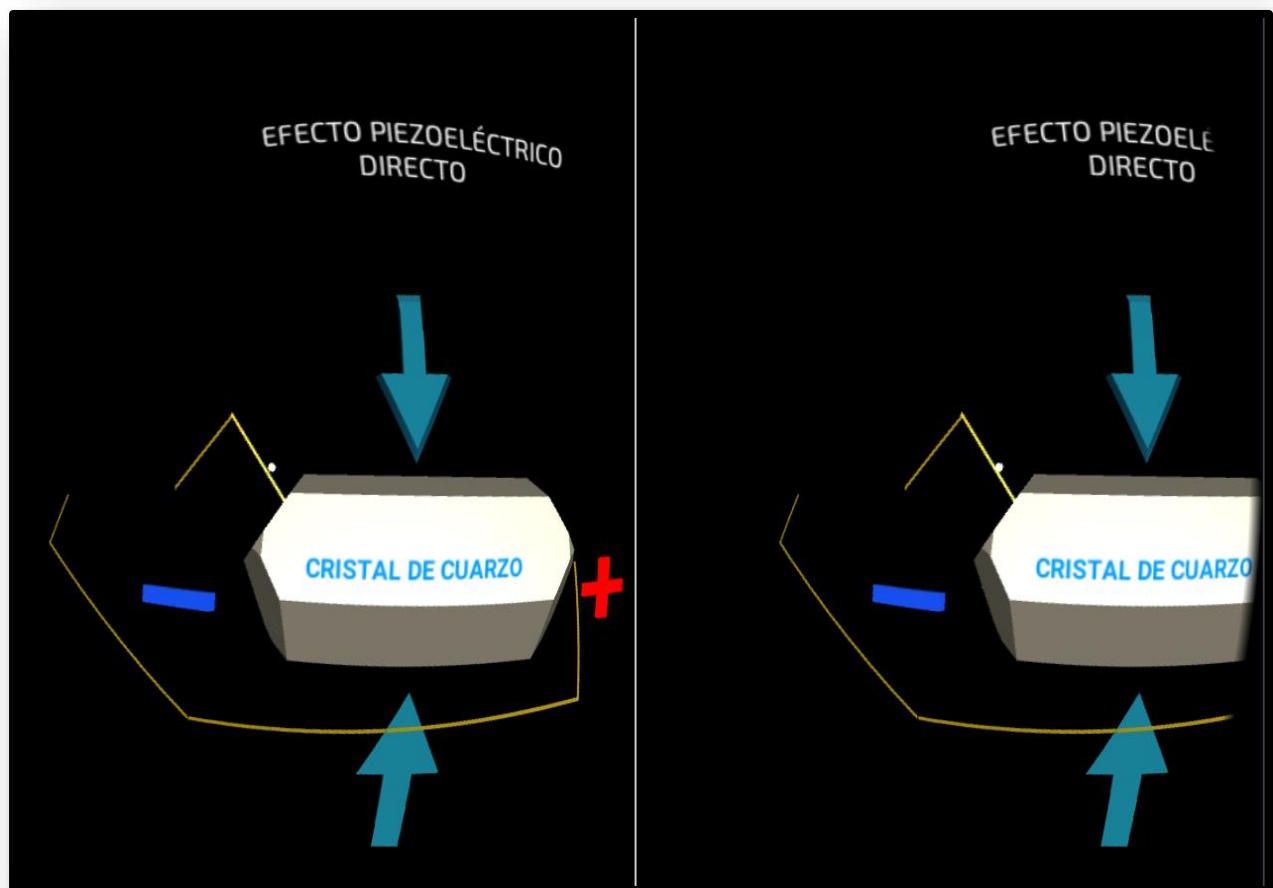
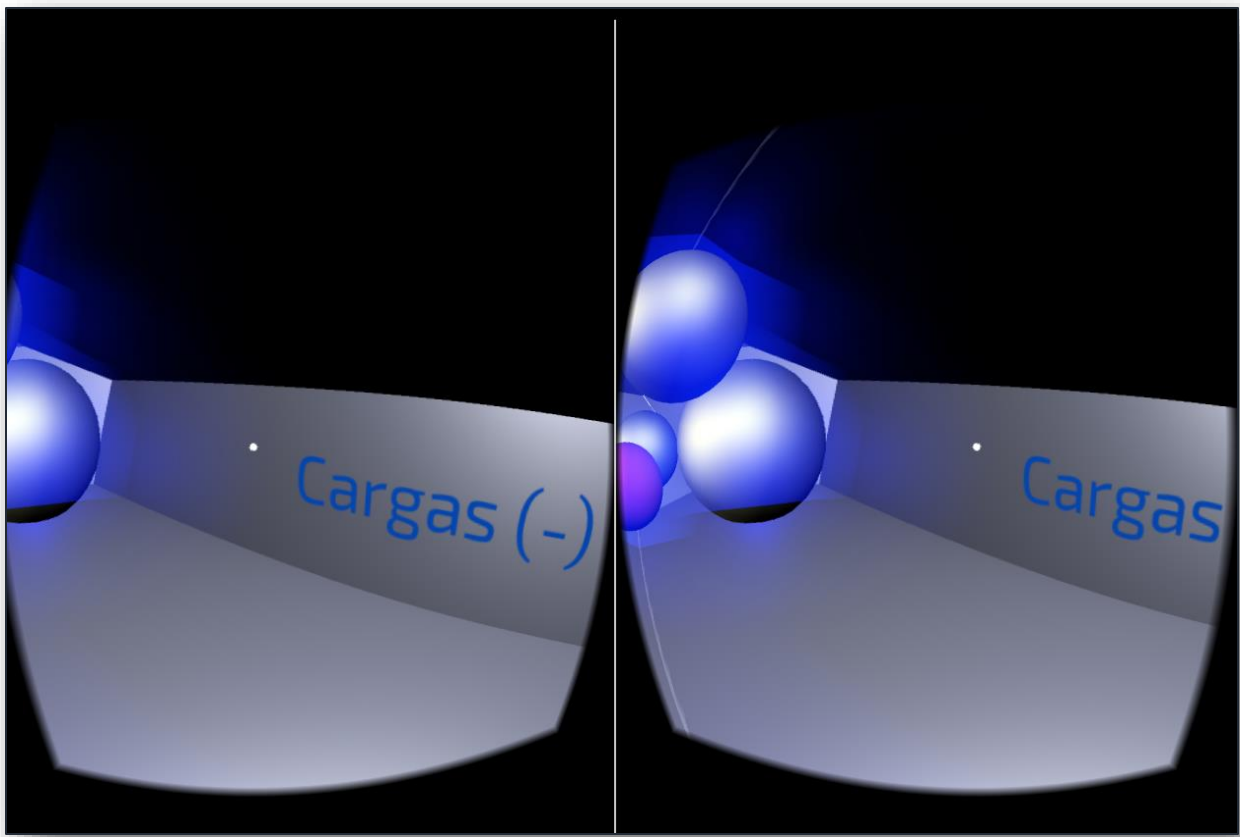
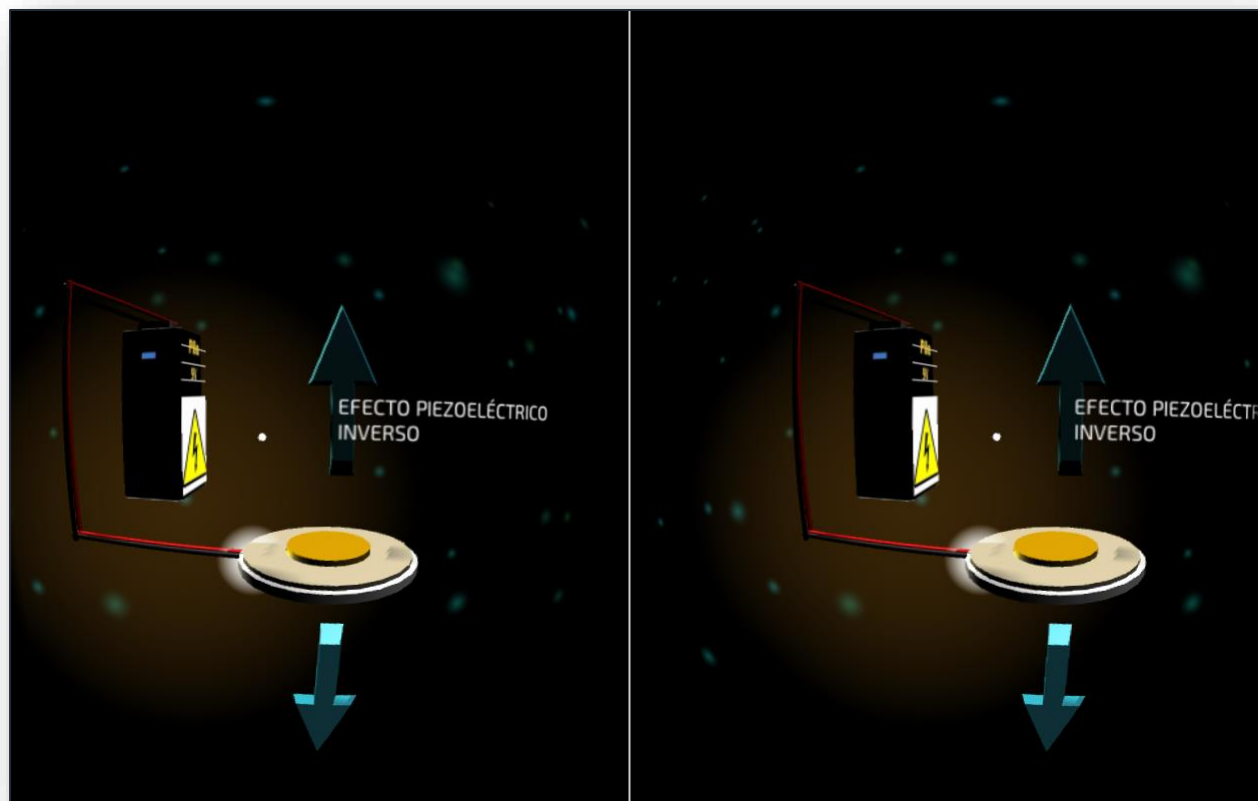


Figura 24. Escena 2 Efecto Piezoeléctrico, explicación del efecto  
Fuente: Autor



*Figura 25. Cargas Internas del Cristal de cuarzo*  
 Fuente: Autor

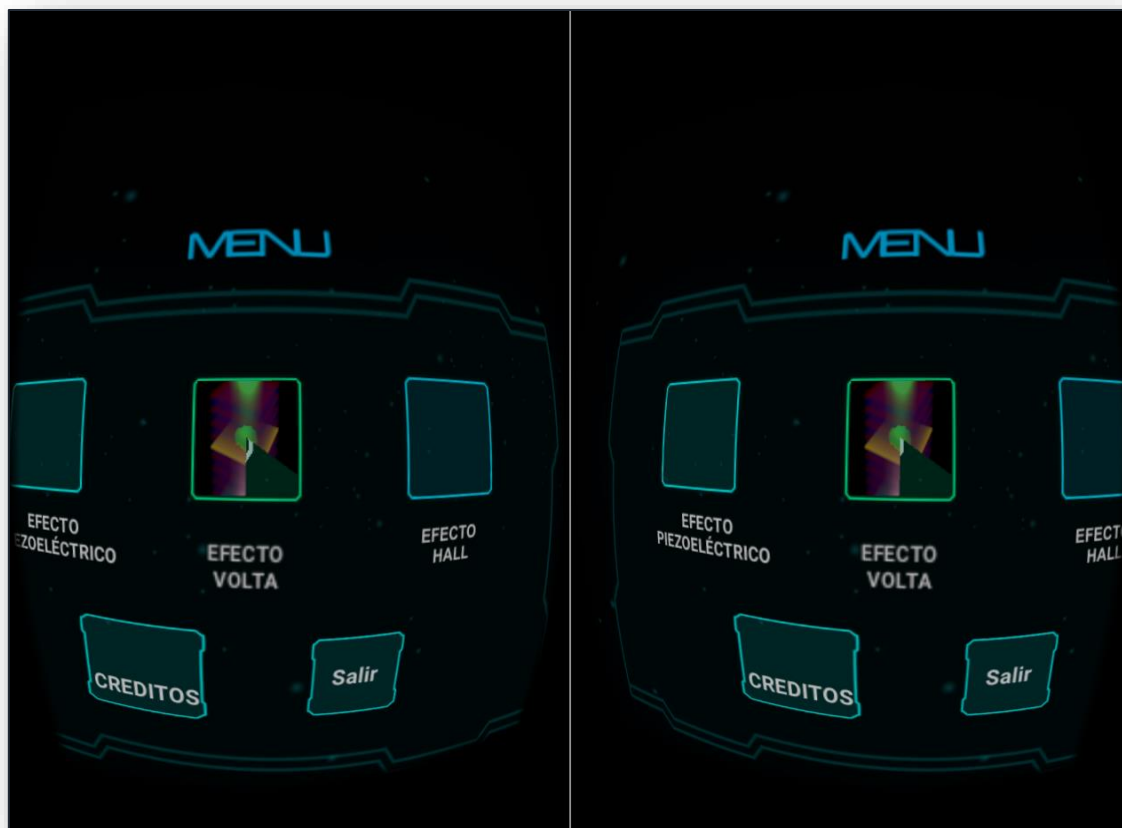
Por último, se le solicita al usuario ingresar a la escena 3, con la explicación del Efecto Piezoeléctrico Inverso, en caso contrario podrá abandonar la explicación seleccionando el cuadro de Menú Principal como el de la [Figura 18](#). En la escena 3 se observa como un vibrador de cuarzo se expande a partir de una fuerza eléctrica externa aplicada sobre el cristal. [Figura 26](#)



*Figura 26. Efecto Piezoeléctrico Inverso*  
 Fuente: Autor

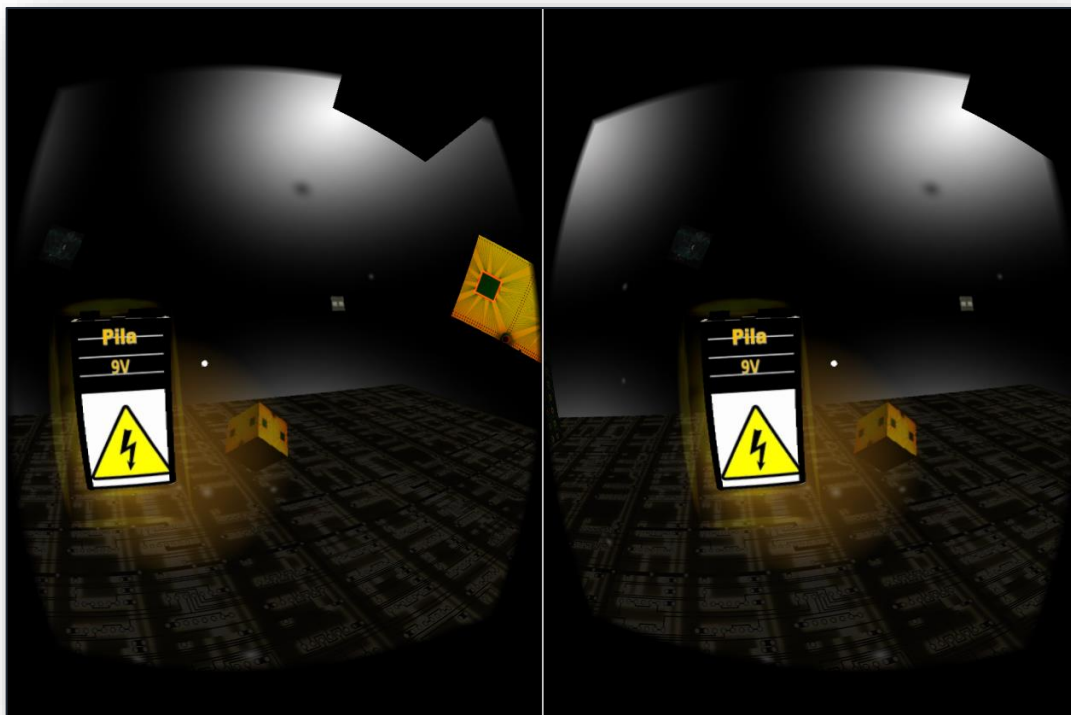
## 4.2 Efecto Volta

Para explorar el efecto Volta, una vez el usuario se encuentre en el menú principal deberá seleccionar por medio del puntero de selección, el recuadro titulado con el nombre de dicho efecto.



*Figura 27. Selección Efecto Volta*  
Fuente: Autor

Cuando el usuario ingrese, se encontrará en un espacio irreal como el de la [Figura 28](#), allí se le explicará que el efecto Volta es el principio fundamental del funcionamiento de las baterías o pilas eléctricas, por ello, se plantea que conduzca su vista a la pila de 9V puesta en la escena.



*Figura 28. Escena 1 Efecto Volta*  
Fuente: Autor

Al observar la pila eléctrica, se conduce un viaje a través del interior de ella. Lo que conduce a la escena 2. En ésta escena, se relata la conformación del electrolito que produce la ionización de las moléculas desprendidas de los electrodos de Zinc y Cobre, [Figura 29](#). Seguida a esa explicación, la cámara principal se sumerge en el electrolito, allí se observa el desplazamiento de las cargas eléctricas de un terminal al otro, [Figura 30](#).

Con este recorrido, se procura que el observador comprenda el término electrodo, experimente las reacciones de carga y la composición de la sustancia que reacciona con los electrodos. En conjunto, se pretende que el efecto Volta haya sido comprendido.

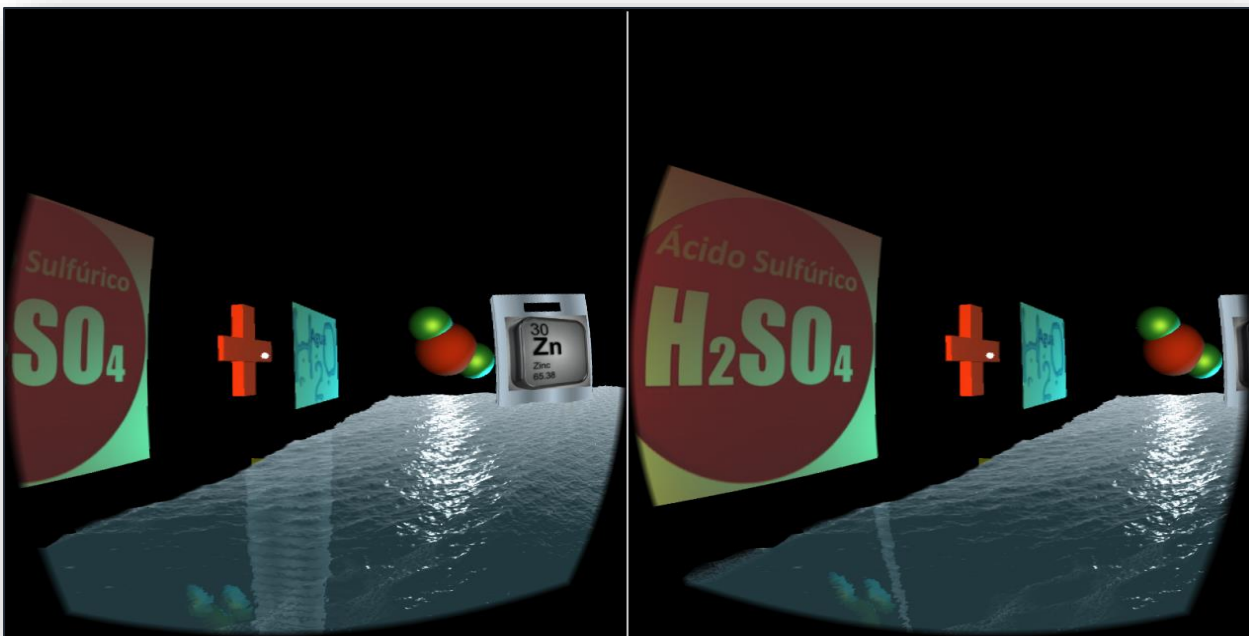


Figura 29. Creación de electrolito  
Fuente: Autor

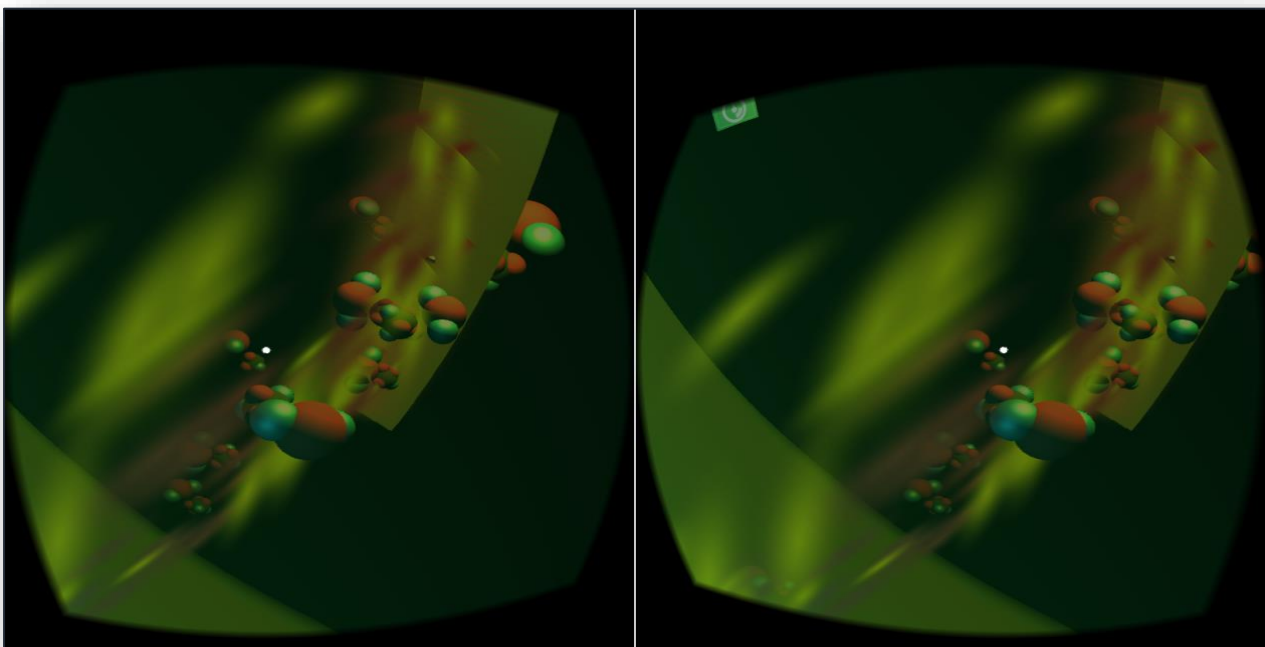


Figura 30. Desplazamiento de cargas eléctricas  
Fuente: Autor

Para terminar el recorrido, el usuario debe interactuar con el cuadro de interacción como el de la [Figura 18](#).

### 4.3 Efecto Hall

Por último, si se desea explorar el efecto Hall, el usuario deberá seleccionar por medio del puntero de selección el recuadro titulado con el nombre de dicho efecto desde el menú principal.

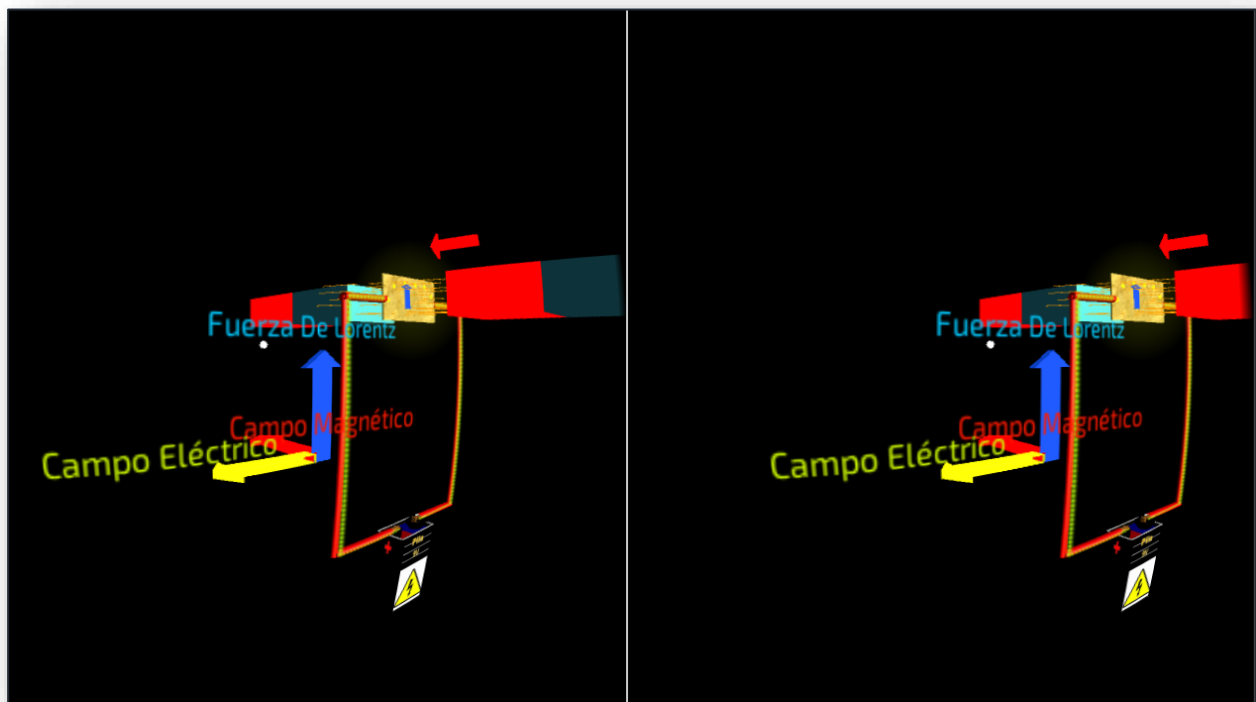


*Figura 31. Selección Efecto Hall*  
Fuente: Autor

Seleccionado este efecto, en una única escena, el observador logrará percibir cómo se desplazan las cargas eléctricas desde una pila eléctrica, pasando por un alambre conductor y finalmente sobre una placa conductora de oro. Luego, observará cómo dichas cargas son desplazadas por la acción magnética generada por dos imanes enfrentados a la placa de oro. Acompañado de la explicación auditiva y el diagrama vectorial ubicado al costado izquierdo de la estructura recreada, se describe de manera clara las fuerzas que interactúan en el suceso.

[Figura 32.](#)

En una segunda explicación el usuario de la App, relacionará de manera intuitiva y apoyado del audio explicativo, la existencia de una diferencia de potencial transversal al flujo de los electrones que atraviesan la placa de oro, con lo que se espera que el observador haya comprendido el efecto Hall. [Figura 33.](#)



*Figura 32. Efecto Hall primer aparte*  
Fuente: Autor

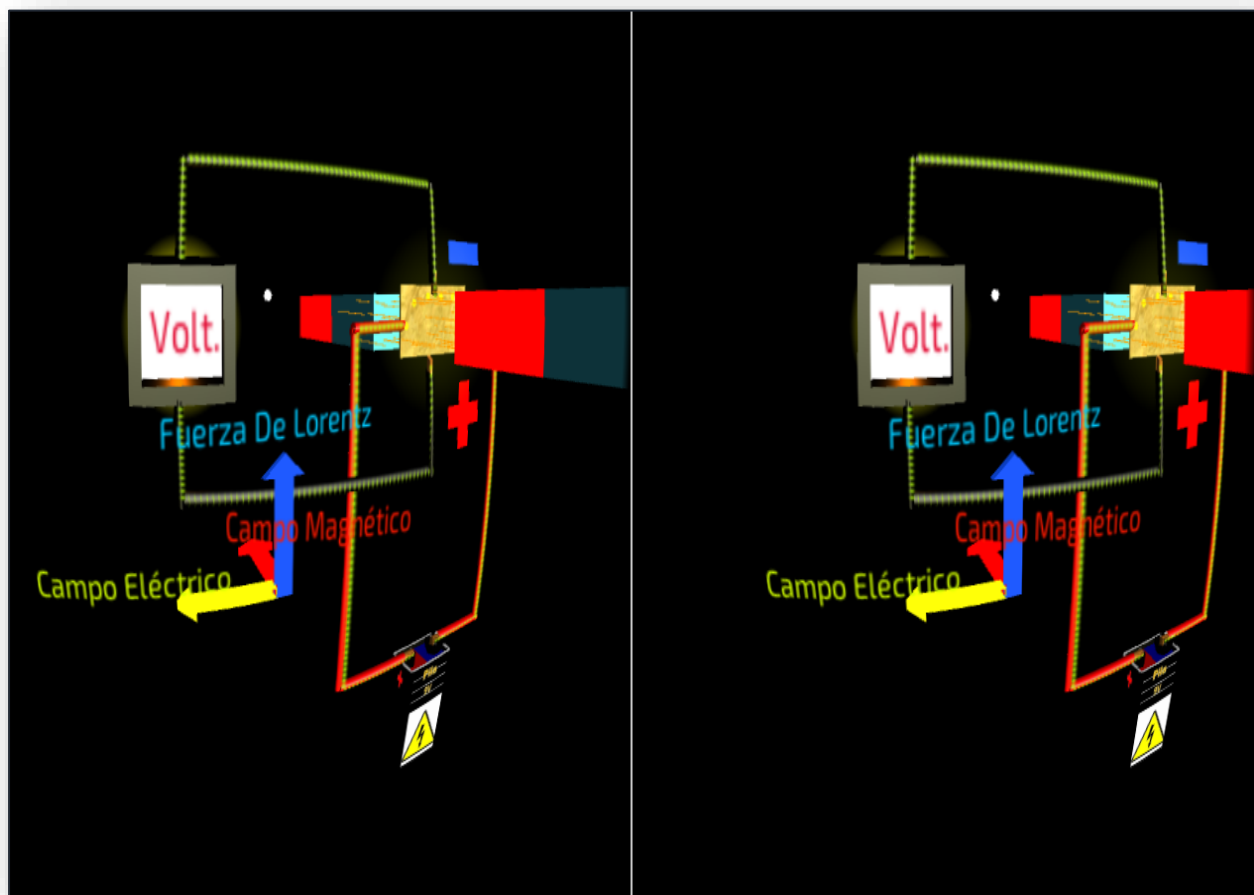


Figura 33. Observación de la Diferencia de Potencial.  
Fuente: Autor

Para finalizar, una vez más, se debe accionar el cuadro de Menú principal como el de la [Figura 18](#).

## Capítulo 5.

### Conclusiones

1. Se desarrolló una aplicación App llamada Energy Effect VR que cuenta con las características necesarias para consolidarse como una herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje de contenidos mediante la experiencia sensorial. Lo que implica un novedoso canal de comunicación entre el usuario y los contenidos de índole académico.
2. Con la implementación de la Realidad Virtual Inmersiva apoyada en el uso de las gafas de RV, se logró fundamentar y desarrollar de forma didáctica los contenidos del efecto Piezoeléctrico, Volta y Hall, de acuerdo a la concepción otorgada a cada término por la comunidad científica. Esto garantiza en el campo educativo, que pueda ser utilizada como herramienta complementaria por el docente.
3. En términos de diseño, se logró cumplir con el estudio y posterior modelado de cada uno de los escenarios, contemplando diversas estrategias en la adecuación del entorno gráfico virtual, de igual forma, las interacciones mecánicas entre el usuario y el ambiente virtual están sujetas en su totalidad por el movimiento de cabeza omnidireccional condicionado por el uso del hardware para tal fin.
4. La metodología adaptada al proceso de programación para el lenguaje de alto nivel que implementa el motor de desarrollo, dinamizó los tiempos de producción audiovisual, lo que garantizó una disposición técnica para lograr abarcar todas las temáticas propuestas.

5. Un problema que se dejó en evidencia es la latencia, que puede interrumpir el flujo dinámico de la aplicación, por eso se deben tener presentes los recursos utilizados, la calidad gráfica y el tipo de hardware en el que se proyectará el aplicativo final.
6. La aplicación Energy Effect VR logra posicionarse como innovación tecnológica, debido a la participación del conocimiento científico y tecnológico en temas nunca antes abordados con RV, proyectándola al contexto educativo de las TIC y permitiendo utilizarla como trabajo referente para futuros proyectos.

### **Trabajos Futuros**

Por ser una tecnología emergente con una débil presencia en el ambiente educativo de Colombia, es pertinente desarrollar nuevas aplicaciones de RV que abarquen temas de diversa índole académica. Éste proyecto pretende servir de impulso a estudiantes y académicos en general que deseen promover nuevos desarrollos en tecnología virtual. Algunas propuestas para la continuación del proyecto son:

1. Es viable dirigir nuevos esfuerzos a la continuidad de la temática dispuesta en este proyecto, ya que sólo se abordaron tres de los treinta y cuatro fenómenos dispuestos en la [Tabla 1](#), aún quedan muchas temáticas por desarrollar con ésta tecnología.
2. Es posible adaptar ésta aplicación a nuevo hardware como los sistemas hápticos para desarrollar un control e interacción más completa de los objetos dispuestos en los distintos escenarios.
3. Se pueden realizar adaptaciones para integrar los temas desarrollados como una plataforma de entretenimiento tipo videojuego, en un laboratorio de ciencias.

## Referencias

### Bibliográficas

- Academy Maxon. (6 de Noviembre de 2015). *Realidad Virtual*. Obtenido de <http://academymaxon.net/index.php/es/cursos/oficiales/colombia/view/242-realidad-virtual>
- Albadán, & Suárez. (2011). *Herramienta para el desarrollo de la comprensión espacial basada en sistemas de visión artificial*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- ASOCAE ONGD. (s.f.). *Natureduca*. (e. A. Asociación Española para la Cultura, Productor) Obtenido de Portal Educativo de Ciencias Aplicadas, Tecnología e Internet: [http://www.natureduca.com/fis\\_elec\\_electrost05.php](http://www.natureduca.com/fis_elec_electrost05.php)
- Barredo, A. (7 de Abril de 2016). *OpneMind*. (Hipertextual, Ed.) Obtenido de [https://www.bbvaopenmind.com/presente-pasado-y-futuro-de-la-realidad-virtual/?utm\\_source=facebook&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=hipertextual2016](https://www.bbvaopenmind.com/presente-pasado-y-futuro-de-la-realidad-virtual/?utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=hipertextual2016)
- Bohorquez, H., Franchi, L. B., Ismenia, A. H., Salcedo, S., & Morán, R. (2009). La concepción de la simetría en estudiantes como un obstáculo epistemológico para el aprendizaje de la geometría. *Educere*, 13(45), 477-489. Obtenido de <http://www.scielo.org.ve/pdf/edu/v13n45/art22.pdf>
- Castañeda, A. V. (16 de Junio de 2016). Motivación TIC. Bogotá D.C., Bogotá D.C., Colombia.
- Cruz, J. F., Villareal, E. A., & Gallardo, P. C. (2014). USOS Y APLICACIONES DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA EDUCACIÓN. *17 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura*, (pág. 13). México D.F.
- Cruz, W. R., & Barragán, I. G. (2011). EL EFECTO VOLTA UN FENÓMENO IMPRESCINDIBLE PARA COMPRENDER EL FUNCIONAMIENTO INTERNO DE

- UNA BATERÍA. *Científica*(13). Obtenido de  
<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/610>
- Csikszentmihalyi, M. (2007). *APRENDER A* (Quinta ed.). (A. Colodrón, Trad.) Barcelona, España: Kairós S.A. Recuperado el Junio de 2016
- EcuRed. (2010). *Conocimiento con Todos y para Todos*. Obtenido de  
[https://www.ecured.cu/index.php/Efecto\\_Hall](https://www.ecured.cu/index.php/Efecto_Hall)
- EFE. (1 de Julio de 2015). Ubisoft apuesta por la realidad virtual en videojuegos. *El Tiempo*, pág. 1. Obtenido de El Tiempo:  
<http://www.eltiempo.com/tecnosfera/videojuegos/ubisoft-entra-en-la-realidad-virtual/16030975>
- Escartín, E. R. (s.f.). *LA REALIDAD VIRTUAL, UNA TECNOLOGÍA EDUCATIVA A NUESTRO ALCANCE*. (I. S. Echeverría", Editor, & ISPJAE) Obtenido de  
<http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n15/n15art/art151.htm>
- GAMERDIC. (6 de Mayo de 2013). *GAMERDIC*. Obtenido de  
<http://www.gamerdic.es/termino/motor-de-juego/citar>
- García Ruíz, M. A. (2001). *APLICACIONES DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA EDUCACIÓN. Breve panorama general*. Obtenido de UOIT Challenge Innovate Connect METIS:  
[http://www.hrl.uoit.ca/~miguelga/Aplicaciones\\_realidad\\_virtual\\_educacion\\_breve\\_panorama\\_general.pdf](http://www.hrl.uoit.ca/~miguelga/Aplicaciones_realidad_virtual_educacion_breve_panorama_general.pdf)
- García Ruíz, M., Bustos Mendoza, C., Andrade Aréchiga, M., & Acosta Díaz, R. (Enero de 2006). Panorama de la realidad virtual aplicada a la enseñanza de propiedades moleculares. *Educación Química*, 17, 114-120.

Giraldo Dávila, A. (2011). 'Realidad Virtual': análisis del marco teórico para explorar nuevos modelos de comunicación. *Anagramas*, 9(18), 93-110.

Google Inc. (s.f.). *Google Expeditions*. Obtenido de <https://www.google.com/edu/expeditions/#about>

Guerra Sierra, L., & Jaime Roa, 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 D.C.: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/xmlui/handle/123456789/693>

IQ, I. (7 de Julio de 2016). *IQ Intel*. Obtenido de <https://iq.intel.es/los-10-innovadores-motores-para-videojuegos-de-realidad-virtual/>

LU DEN. (2016). *LU DEN.IO*. Obtenido de <https://luden.io/incell/>

Manrique, M. A., Sánchez, J. M., & Osorio, S. S. (10 de Julio de 2014). El lenguaje y la construcción de fenomenologías: el caso del efecto Volta. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(2), 203-231.

Marquez, J. C., Alvarado, R. G., & Malfani, I. S. (2001). *Introducción Práctica a la Realidad Virtual*. Concepción, Chile: Ediciones U. Bio-Bio.

Monroy Univio, C., & Pachón Cumbe, M. (2016). *Diseño de una aplicación basada en realidad virtual inmersiva que permita evidenciar infracciones cometidas al momento de conducir*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/xmlui/handle/123456789/2048>

Nisenet. (2013). *NanoDays*. Obtenido de The biggest event for the smallest science:

[http://www.nisenet.org/sites/default/files/catalog/uploads/spanish/12194/electricsqueeze\\_images\\_13nov13\\_sp.pdf](http://www.nisenet.org/sites/default/files/catalog/uploads/spanish/12194/electricsqueeze_images_13nov13_sp.pdf)

Ouazzani, I. (2012). *Manual de Creación de Videojuegos con Unity 3D*. Madrid: Universidad Carlos III.

Pascual, J. (3 de Abril de 2016). *Axel Springer España S.A.* Obtenido de

<http://computerhoy.com/noticias/zona-gaming/realidad-virtual-25-preguntas-respuestas-que-debes-conocer-42543>

Pastor, J. (18 de Marzo de 2016). *XATACA*. Obtenido de <http://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/la-guerra-de-la-realidad-virtual-2016-ya-esta-aqui-comparativa-a-fondo-de-todas-las-opciones>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2008). *Definición.DE*. Obtenido de <http://definicion.de/efecto/>

Proyectos ágiles.org. (s.f.). *Proyectos ágiles.org*. Obtenido de <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

RANDOM42. (s.f.). *RANDOM 42. Scientific Communication*. Obtenido de <http://random42.com/>

Robayo Calderon, D. (2016). *APLICACIÓN DE APOYO AL PROCESO DE APRENDIZAJE DE CONCEPTOS DE ASTRONOMÍA BÁSICA UTILIZANDO UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.

Sabelotodo.org. (s.f.). *Sabelotodo.org*. Obtenido de

<http://www.sabelotodo.org/electrotecnia/piezoelctrico.html>

Sapiensman. (s.f.). *www.sapiensman.com*. Obtenido de

[http://www.sapiensman.com/electrotecnia/pilas\\_y\\_baterias.htm](http://www.sapiensman.com/electrotecnia/pilas_y_baterias.htm)

Universidad Pedagógica Nacional. (2016). *Licenciatura en Electrónica*. Obtenido de

<http://cienciaytecnologia.pedagogica.edu.co/vercontenido.php?idp=373&idh=378>

Vera Ocete, G., Ortega Carrillo, J., & Burgos González, M. (Diciembre de 2003). La realidad

virtual y sus posibilidades didácticas. *Publicación Semestral Eticanet*, 1-17. Obtenido de

<http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero2/Articulos/Realidadvirtual.pdf>

## ANEXOS

### DIÁLOGOS

#### **Anexo 1. INTRO2/MENÚ**

*(Todo es oscuridad, y mientras se narra el INTRO se va aclarando la escena y de repente el MENÚ)*

**Audio 1º:** Bienvenido, a partir de este momento experimentarás de forma inmersiva los efectos físicos presentes en la transformación de distintos tipos de energía a energía eléctrica.

**Audio 2º:** A continuación, podrás elegir entre los efectos físicos: Piezoeléctrico, Volta o Hall. Comencemos...

#### **Anexo 2. EFECTO VOLTA**

Escena Volta 00 (24Seg.)

**Audio 1º:** Producción de una fuerza electromotriz a partir de una reacción química.  
(Cruz & Barragán, 2011)

**Audio 2º:** Haz elegido el efecto Volta, presente en la transformación de energía química a eléctrica.

**Audio 3º:** Este efecto se puede evidenciar en muchos almacenadores de energía, como baterías. Nos adentraremos en el interior de una pila eléctrica para conocer cómo se origina dicho efecto.

**Audio 4º:** Observa el centro de la pila por un instante hasta que se complete el círculo azul.

Escena Volta 01

**Audio 5º:** /Ahora estamos dentro.

**Audio 6º:** Esta es la estructura principal de una pila húmeda primaria Volta, las pilas que conocemos en nuestra vida cotidiana poseen una estructura más compleja, sin embargo, todas se fundamentan en este principio.

**Audio 7º:** Como puedes observar, en tus costados hay dos placas, una de Zinc y otra de Cobre, a ellas las llamaremos celdas electrolíticas o electrodos, debido a que serán expuestas a la reacción química del electrolito.

**Audio 8º:** El electrolito, es una sustancia que disuelta en agua genera una reacción en los átomos de las celdas.

**Audio 9º:** En este caso, las celdas de Zinc y Cobre son sumergidas en un electrolito compuesto de Ácido Sulfúrico y Agua. ///40Seg ELEMENT1

**Audio 10º:** /Una molécula de Ácido Sulfúrico como la de tu izquierda, está compuesta por dos átomos de Hidrógeno, uno de Azufre y cuatro de Oxígeno. Al mezclarse con Agua, es decir, con dos átomos de Hidrógeno y uno de Oxígeno como la molécula que te encuentras al otro costado, genera la ionización de las celdas de Zinc y Cobre.

Observemos la reacción de las moléculas. / 22Seg.

**Audio 11º:** /En una escala microscópica observamos una interacción del electrolito que genera iones libres representados de amarillo.

**Audio 12º:** En la celda de Cobre se genera una reacción de sus átomos, se descomponen, para liberar las cargas negativas, es decir; repela los electrones. Esto hace que la placa de Cobre se quede con más partículas positivas que negativas convirtiéndola en el cátodo, por ello se le considera el polo o terminal positivo. /30Seg.

**Audio 13°:** /En el caso del electrodo de Zinc, atrae todas las cargas negativas que el Cu repela convirtiéndose en el polo o terminal negativo, es decir; el ánodo.

**Audio 14°:** Entre los electrodos de Zn y Cu se genera una tensión que mantiene las cargas separadas debido al electrolito, a esto lo llamamos Fuerza Electromotriz. Ésta F.E.M. hace que circule una corriente de electrones entre los electrodos cuando hay un camino externo. Cuando se conectan externamente los terminales + y -, circula corriente.

**Audio 15°:** El electrodo de zinc se va disolviendo lentamente mientras se halla en funcionamiento. Se puede llegar al caso de que el zinc se corroe de tal manera que la pila deja de funcionar. Cuando se llega a este punto la pila ha alcanzado el final de su vida útil. (Sapiensman, s.f.)

**Audio 16°:** En 1790 Alessandro Volta fue quien fabricó, observó y pudo definir por primera vez todo lo que acabas de experimentar; en su honor, éste efecto es conocido como el Efecto Volta. /60Seg.

**Audio 17°:** Ahora puedes seleccionar otro ítem desde el menú principal.

### **Anexo 3 EFECTO PIEZOELÉCTRICO**

Escena Piezoeléctrico 01 (45Seg.)

**Audio 1°:** Producción de una fuerza electromotriz a partir de una deformación mecánica.

**Audio 2°:** Haz elegido el efecto piezoeléctrico, presente en casos específicos en la transformación de energía mecánica a eléctrica.

**Audio 3º:** Este efecto se puede evidenciar en determinados cristales de la naturaleza como el cuarzo. En la cotidianidad lo encontramos dentro de encendedores modernos como el que observas en este momento.

**Audio 4º:** Te has preguntado de dónde se genera la chispa que enciende el gas del encendedor? Conozcamos el generador de esa chispa.

**Audio 5º:** Observa la imagen de riesgo eléctrico por un instante, hasta que se complete el círculo azul.

Escena Piezoeléctrico 02

**Audio 6º:** Bien, estamos dentro.

**Audio 7º:** Cuando sometemos ciertos cristales como el cuarzo a una tensión mecánica, como comprimir sus caras, éste adquiere una polarización de cargas en su interior.

(Sabelotodo.org, s.f.)

**Audio 8º:** Observemos cómo se comportan las cargas dentro del piezoeléctrico. //16Seg.

**Audio 9º:** / Los cristales de cuarzo están hechos de átomos de silicio y oxígeno. Los átomos de silicio tienen una carga positiva y los átomos de oxígeno tienen una carga negativa. Si el cristal no está bajo ningún tipo de estrés externo, las cargas se dispersan en las moléculas a través del cristal.

**Audio 10º:** Pero cuando el cuarzo se estira o exprime como en este momento, el orden de los átomos cambia ligeramente. Causando que las cargas negativas se acumulen en un lado y las cargas positivas se acumulen en el lado opuesto. //47

**Audio 11º:** Aparece entonces una diferencia de potencial eléctrico entre las caras del cristal, que, al conectarse un conductor eléctrico en sus polos, genera en los extremos de éste la chispa eléctrica.

**Audio 12°:** Observa la imagen de riesgo eléctrico por un instante, hasta que se complete el círculo azul.

Escena Piezoeléctrico 03

**Audio 13°:** La explicación anterior es la misma en este caso, con la diferencia de que al aplicar una tensión (en este ejemplo con una pila) a los polos del cuarzo éste se expande, lo que genera una transformación. La electricidad de la fuente se convierte en vibraciones mecánicas.

**Audio 14°:** Ahora puedes seleccionar otro ítem desde el menú principal.

#### **Anexo 4. EFECTO HALL**

Escena Hall 00

**Audio 1°:** //Haz elegido el efecto Hall.

**Audio 2°:** Efecto Hall. Es la medición del voltaje transversal en un conductor cuando es puesto en un campo magnético. (EcuRed, 2010)

Al conectar los extremos terminales de esta pila con una placa de oro se genera un desplazamiento de iones negativos desde el polo negativo al polo positivo de la misma. Observa el flujo de cargas a través del conductor de oro. //20Seg.

**Audio 3°:** // ¡Cuidado! ¡Detrás de ti! Si aplicamos sobre esa corriente de electrones un campo magnético perpendicular, cada uno de los electrones en movimiento, que forma la corriente, estará sometido a la fuerza de Lorentz. //16Seg. Hasta acá están los imanes frente a las cargas desplazadas!

**Audio 4°:** //Observemos los tres ejes: El eje amarillo indica un campo eléctrico, el sentido en el que se mueven los electrones naturalmente, el eje rojo indicará el vector de campo

magnético, entonces el eje azul representará la acción de fuerza sobre las cargas o fuerza de Lorentz. //19Seg.

**Audio 5º:** ¡Activamos el Voltímetro! // La dirección de la fuerza de Lorentz será perpendicular al sentido de la corriente y provocará un desplazamiento de electrones libres en esa dirección. Como consecuencia tendremos una diferencia de potencial, es decir; una concentración de cargas negativas sobre uno de los lados del material y un déficit de cargas negativas en el lado opuesto. Edwin Hall observó por primera vez esta diferencia de potencial por ello este efecto lleva su nombre. //25Seg.