



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores

**SIMULACIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS
MEDIANTE EL USO DE LAS OCULUS RIFT**

Jheisson Camargo Bernal

Universidad Pedagógica Nacional de
Colombia
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Tecnología
Bogotá D.C.
2019

SIMULACIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS MEDIANTE EL USO DE LAS OCLUS RIFT

Trabajo de grado para optar al título de
Licenciado en Electrónica

Autor:
Jheisson Camargo Bernal

Director:
Mg. Diego Mauricio Rivera Pinzón

Universidad Pedagógica Nacional de
Colombia
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Tecnología
Bogotá D.C.
2019

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Apoyando la educación</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 29	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Simulación de cargas eléctricas mediante el uso de las Oculus Rift
Autor(es)	Camargo Bernal, Jheisson
Director	Rivera Pinzón, Diego Mauricio
Publicación	29 P., Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2019.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	UNITY 3D; REALIDAD VIRTUAL; OCULUS RIFT; ASSET.

2. Descripción
<p>Trabajo como opción de grado al cursar dos asignaturas de la maestría Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación (MTIAE) de la Universidad Pedagógica Nacional. El documento describe el proceso de mejora en el diseño e implementación del prototipo tecnológico mediante una simulación de las cargas eléctricas haciendo uso de las Oculus Rift. La APP es una nueva versión que permite interactuar mediante el visor y los mandos con objetos virtuales como modelos 3D (barras cilíndricas y esferas) que representan las cargas eléctricas y su comportamiento teniendo en cuenta las líneas de campo que actúan sobre los objetos. Para su desarrollo se utilizó el motor de videojuegos Unity y varios paquetes de assets que permitieron el reconocimiento, manejo y funcionamiento del visor dentro del programa.</p>

3. Fuentes
<p>Albaladejo, X. (2008). Proyectos Ágiles. Obtenido de Proyectos Ágiles: https://proyectosagiles.org</p> <p>Barambones, J. (2015). Realidad Virtual. www.juanbarambones.com. España.</p> <p>Hilera, J., Otón, S., Martínez, J. (1999). Aplicación de la Realidad Virtual en la enseñanza a través de Internet. Madrid.</p> <p>Perez, C. (2008) Realidad Virtual: Un Aporte Real para la Evaluación y el Tratamiento de Personas con Discapacidad Intelectual. Chile.</p> <p>Vanegas, A. G. (2016). Aplicación de Apoyo para la Comprensión de Conceptos sobre Fenómenos Presentes en la Transformación de la Energía Utilizando Realidad Virtual Inmersiva. Bogotá.</p> <p>Vivar, H. (2000). Realidad Virtual. Madrid.</p> <p>Landau, L., Lifshitz, E. (1992). Teoría Clásica de los Campos. Volumen 2. Editorial Reverté S.A. Barcelona.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formación de educadores</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 29	

4. Contenidos

Este documento se compone de 5 capítulos. En el primer capítulo se indican los aspectos generales y herramientas adicionales necesarias para el desarrollo de la aplicación, en el segundo capítulo se mencionan los antecedentes de forma muy general que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la APP; el tercer capítulo menciona la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto, en el cuarto capítulo se describe el desarrollo de la aplicación, en cuanto al diseño, navegación y arquitectura, llegando de esta manera al quinto capítulo en donde se encuentran las conclusiones obtenidas y los alcances futuros del proyecto.

5. Metodología

La metodología empleada para el desarrollo de la aplicación fue SCRUM, ya que esta metodología conlleva a un proceso de desarrollo más ágil, donde se resalta el trabajo en equipo y colaborativo, teniendo en cuenta que las metas a cumplir se proponen para tiempos más cortos.

Durante el desarrollo del proyecto se dividió en varios bloques, en el caso de Unity por medio de escenas, diseñando objetos virtuales y creando scripts para relacionarse entre sí, al finalizar las escenas del aplicativo, se unificaron para obtener el producto consolidado.

6. Conclusiones

Finalizada la asignatura de Taller de creación de videojuegos y ambientes interactivos en 3D se decidió realizar una aplicación en realidad virtual utilizando el visor Oculus Rift, ya que esto implicaba comprender el funcionamiento, control y reconocimiento del dispositivo a las intenciones del usuario al controlar el video juego o aplicación.

- Cuando se está ejecutando la aplicación dentro de la escena principal es importante tener en cuenta que el número de objetos con los cuales interactúa el usuario, teniendo en cuenta que el video juego cuenta con una lectura y muestra de figuras en tiempo real como lo son las líneas de campo de cada objeto, por lo que se debe tener en cuenta el rendimiento máximo que puede ofrecer el computador en el cual se ejecute la aplicación, para que de esta manera no vaya a afectar la interacción del usuario dentro del video juego.
- Al proponer el desarrollo de esta aplicación la mejor solución en su momento era utilizar el visor de realidad virtual Oculus Rift, pero actualmente y como futuros desarrollos de aplicaciones con RV se recomienda trabajar con el nuevo dispositivo Oculus Quest, ya que permiten la conexión multijugador dentro de aplicaciones, lo que sería una buena alternativa como desarrollo a posteriores software pero en el ámbito de multiusuarios.
- Igualmente, se podría evaluar el impacto que tiene el uso de la RV dentro del ámbito educativo, para identificar si el uso de esta herramienta facilita la comprensión de diversos temas asociados a diferentes áreas del conocimiento.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formación de Educadores</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 29	

- Este software permite la posibilidad de continuar trabajando dentro de la línea de investigación relacionada al desarrollo de productos tecnológicos para la enseñanza de las ciencias básicas basados en nuevas tecnologías, concretamente en el campo de la física.
- Se tiene con el desarrollo de este proyecto el sometimiento a una publicación en un artículo de revista, así como el registro de la aplicación ante derechos de autor.
- Unity cuenta con gran cantidad de documentación o aplicaciones relacionadas a la realidad virtual, lo cual permite al desarrollador orientarse más fácilmente sobre la manera en la cual se trabaja la RV en Unity. De igual manera, la ventaja de trabajar en Unity con VR es que cuenta con un entorno de software muy sencillo, teniendo en cuenta además que su bastante documentación en cuanto a scripts se refiere y la posibilidad de importar contenido desde la tienda de assets hace que el desarrollo de aplicaciones en este campo se facilite aún más.
- Es recomendable no realizar actualizaciones o trabajar con otras versiones de Unity diferente a la 2018.3.12f1, ya que puede presentar errores en la compilación de scripts o fallos al cargar algunos ficheros, teniendo en cuenta que en cada versión se añaden o quitan funciones dentro del software para corregir errores de Unity pero que a su vez puede ocasionar ciertos cambios o daños dentro de la aplicación.
- Cuando se usa el visor es necesario tener en cuenta el espacio de trabajo, es decir que el área de movilidad para el usuario debe estar marcada mínimo en una medida de 1.5 metros de ancho y de largo, porque si no está demarcado el espacio con un área igual o mayor al mínimo la configuración de las Oculus dentro del PC no podrá llevarse a cabo y por ende la aplicación no funcionará óptimamente.
- Para ejecutar la aplicación es necesario de un computador con las especificaciones de software y hardware mencionadas en los aspectos generales, además del visor de Oculus Rift con los mandos y sensores, por lo que si se tiene en cuenta lo anterior el acceso a esta tecnología es limitado.

Elaborado por:	Camargo Bernal, Jheisson
Revisado por:	Rivera Pinzón, Diego Mauricio

Fecha de elaboración del Resumen:	15	04	2020
--	----	----	------

Resumen

El presente documento contiene el desarrollo de una simulación de las cargas eléctricas controladas por medio de mandos y un visor de realidad virtual. La aplicación surge luego de cursar dos asignaturas ofertadas como electivas dentro de la maestría de Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación (MTIAE) de la Universidad Pedagógica Nacional, la cual se ofreció como opción de trabajo de grado para estudiantes de pregrado de la Licenciatura en Electrónica de la universidad. La primera de las asignaturas cursadas se denominada Recursos y Desarrollo de Ambientes Virtuales de Aprendizaje, en donde se enseñaron temas relacionados al desarrollo de un AVA (Ambientes Virtuales de Aprendizaje) en diversas plataformas web, pero además se vieron contenidos con respecto a la descarga, creación y edición de imágenes, videos y audios, teniendo en cuenta derechos de CopyRigth. A su vez, la segunda asignatura cursada trata sobre el Taller de creación de videojuegos y ambientes interactivos en 3D, en el cual se abordaron temáticas encaminadas al desarrollo de videojuegos mediante el manejo del software Unity, la elaboración de escenarios, programación orientada a objetos, gamificación y animaciones.

Por otra parte, esta aplicación se realiza gracias a los aportes y al trabajo desarrollado dentro del grupo de investigación **ALICE**, ya que este software es una nueva propuesta como mejora a la primera versión de la APP desarrollada dentro de este mismo grupo, por lo que estos dos escenarios dentro de la universidad posibilitaron la exploración de nuevas herramientas en cuanto a software y hardware, lo cual condujo a la realización del presente proyecto haciendo uso de las gafas de realidad virtual *Oculus Rift* en conjunto con assets para Unity.

Oculus Rift es un sistema de realidad virtual (VR) el cual se conecta a un ordenador, en donde se genera la mayoría del procesamiento de las imágenes que aparecen frente a ellos. Estas gafas de VR cuenta con dos sensores quienes son los que realizan un seguimiento a los rayos de luz

infrarrojos emitidos por los LED's de los dos mandos y el casco del dispositivo, permitiendo así el reconocimiento espacial del usuario, teniendo en cuenta tanto la posición como rotación de los elementos de las Oculus, ya que este incorpora acelerómetros, magnetómetros y giroscopios de 3 ejes, por lo que dicho seguimiento los sensores lo pueden realizar en 360° dentro de un área o “zona guardián” no mayor a 1,8 x 3,3 metros.

Asimismo, el visor genera un efecto tridimensional gracias a que en ella se encuentra una pequeña pantalla OLED de 7 pulgadas y un sistema de lentes que crean una visión 3D estereoscópica con una excelente profundidad, escala y paralaje, además de contar con una resolución de 2.160 x 1.200 píxeles y un ángulo de visión de 110° por cada ojo.

Tabla de Contenido

Capítulo 1 Implementación del Software.....	1
Aspectos Generales	1
Herramientas adicionales	1
Capítulo 2 Antecedentes	2
Oculus Rift.....	2
Realidad Virtual	3
Carga eléctrica	4
Fenómeno electrostático en realidad virtual VR.....	5
Capítulo 3 Metodología.....	6
SCRUM	6
Concepto.....	7
Especulación	7
Exploración.....	7
Revisión	7
Cierre	7
Capítulo 4 Desarrollo de la aplicación	8
Interfaz Gráfica	9
Diagramas de casos de uso.....	13
Funcionamiento y navegación.....	14
Diseño y Arquitectura	16
Capítulo 5 Conclusiones	18
6. Bibliografía	20
7. Anexos	21

Lista de tablas

Tabla 1. Navegación.....	15
Tabla 2 Scripts de la aplicación.....	16

Lista de figuras

Figura 1. Visor VR Oculus Rift y sus accesorios.....	3
Figura 2. Ejemplo de la Realidad Virtual.....	4
Figura 3. Representación de líneas de campo en cargas	5
Figura 4. Simulación fenómeno electrostático en VR. Primera versión.	6
Figura 5. Simulación barras cargadas	9
Figura 6. Menú principal.....	10
Figura 7. Menú en escena principal	10
Figura 8. Opción crear barra positiva.....	11
Figura 9. Cantidad de líneas de campo de una carga puntual y una barra.	12
Figura 10. Cargas eléctricas.	12
Figura 11. Implementación del software.....	13
Figura 12. Casos de uso.....	13
Figura 13. Botones del escenario principal.	14

Capítulo 1. Implementación del Software

Aspectos Generales

Para el desarrollo de la aplicación y su respectivo funcionamiento es necesario considerar aspectos técnicos, debido a que las Oculus VR son un dispositivo que para su conexión requiere de ciertas especificaciones tanto de hardware como de software en el computador al cual se va a conectar, para ello se tendrá en cuenta los requerimientos del uso de las Oculus Rift para Windows. En términos de hardware el ordenador debe contar con una tarjeta gráfica NVIDIA GTX 1050 Ti / AMD Radeon RX 470 o superiores, procesador Intel i3-6100 / AMD Ryzen3 1200 o superiores, una tarjeta RAM de 8G o más, puerto USB 3.0, salidas de video DisplayPort™ 1.2 o Mini DisplayPort y lo esencial, las Oculus Rift. En términos de software el computador debe tener instalado un sistema operativo Windows 10, así como mínimo Visual Studio 2012 y la app de Oculus, las cuales están disponibles de forma gratuita para su descarga tanto en la página de Microsoft como de Oculus respectivamente.

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó el motor de videojuegos Unity en su versión 2018.3.12f1, en conjunto con los assets de Oculus que posibilitaron el reconocimiento del visor y los controles dependiendo del movimiento de la cabeza y las manos, así como su posición dentro del espacio de trabajo del dispositivo, permitiendo que la aplicación sea controlada netamente por medio del visor sin necesidad del uso de mandos externos a las Oculus como el mouse o teclado del computador.

Herramientas adicionales

Para el desarrollo de la aplicación se empleó el asset Oculus Integration desarrollado por Oculus. Este asset cuenta con demos y scripts que permiten el reconocimiento y control del visor de realidad virtual dentro del software Unity. Además, para la configuración y reconocimiento de las Oculus Rift con el computador es necesario del software Oculus para Windows desarrollado por la misma empresa, el cual se puede descargar de manera gratuita desde la página del desarrollador.

Capítulo 2. Antecedentes

Oculus Rift

Oculus Rift es un dispositivo de realidad virtual que fue desarrollado por la compañía Oculus VR en el año 2012. Esta herramienta compatible netamente con computadora es una nueva alternativa como experiencia inmersiva en aplicaciones, permitiendo mediante un entorno virtual interactuar con objetos de apariencia real, donde por medio del visor y los mandos el usuario podrá tener el control total de la aplicación. La primera versión de este dispositivo fue lanzada en el año 2012 para desarrolladores, mientras que en el año 2014 fue lanzada la segunda versión para los demás consumidores. El visor reconoce en tiempo real la posición y orientación tanto de la cabeza como de las manos del usuario dentro de un área determinada por medio de los sensores, pero además, este dispositivo mediante sensores en sus dos mandos permite reconocer y simular de manera más específica algunos movimientos que el usuario hace con los dedos, por ejemplo el agarre de objetos, el señalar, pulsar, entre otros movimientos que permiten al usuario mayor inmersión y diferentes posibilidades de interacción con los diferentes objetos que se encuentran dentro del entorno virtual.

Posteriormente, la empresa Oculus VR ha lanzado al mercado nuevos dispositivos de realidad virtual como son las Oculus Go y las más recientes Oculus Quest, estas últimas fueron desarrolladas en el año 2019 y cuya innovación con respecto a sus antecesores está en ser un visor totalmente independiente, más potente y con mayor grado de libertad en el seguimiento, es decir, que ya no requiere de conexión alámbrica hacia el computador para su funcionamiento, mejorando el reconocimiento espacial de los mandos y el área de juego gracias a sus cuatro cámaras ubicadas en cada esquina del visor.



*Fig. 1 Visor VR Oculus Rift y sus accesorios.
Fuente: docs.unrealengine.com¹*

Realidad Virtual

La Realidad Virtual (RV o VR por sus siglas en inglés) es una tecnología que mediante la creación de espacios tridimensionales permite una simulación de la realidad, generando en el usuario la sensación de estar inmerso en un mundo diferente al real, puesto que este tipo de simulación computacional actúa directamente sobre los sentidos (Barambones, 2015). Una ventaja de la RV

¹ Obtenido de: <https://docs.unrealengine.com/en-US/Platforms/VR/OculusVR/OculusRift/index.html>

es que podemos introducir múltiples elementos y eventos que se consideren útiles como imágenes, videos, objetos en dos dimensiones (2D) o tres dimensiones (3D) y audios, haciendo de esta manera que el usuario interactúe con ellos y viva la experiencia como si ocurriera en un entorno verdadero. Por último, para producir una experiencia virtual es necesario un computador, una aplicación con el contenido del mundo virtual, el dispositivo para visualizar el mundo virtual, un tracker que permita la inmersión en un espacio tridimensional (el mundo virtual) y un dispositivo como joystick o mando para poder moverse o realizar acciones dentro del mundo virtual (Lainer, 1985).

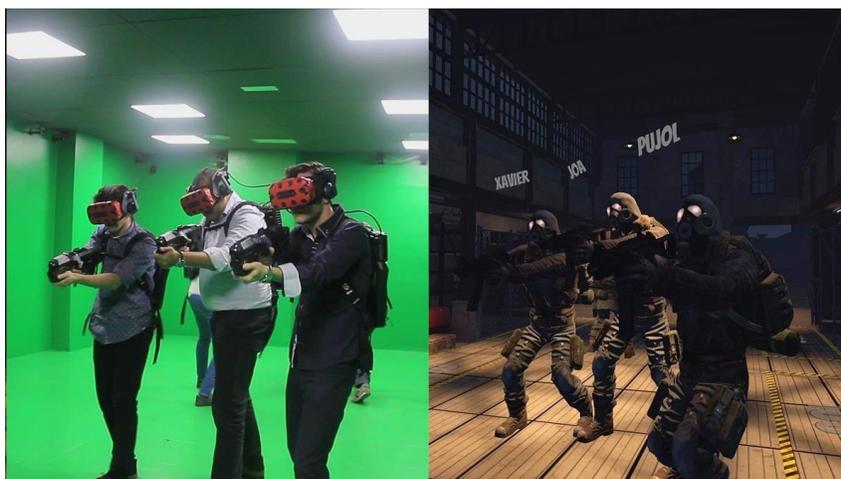


Fig. 2 Ejemplo de la realidad virtual.

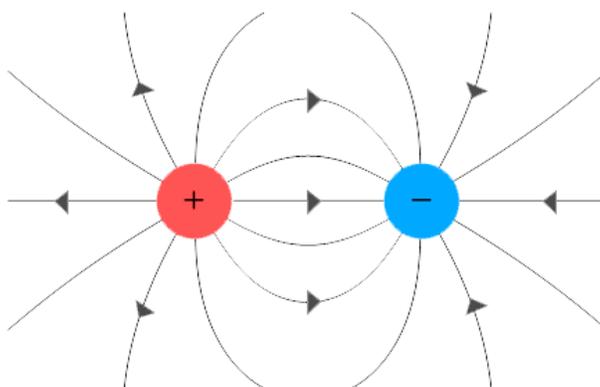
Fuente: elperiodico.com ²

Carga eléctrica

La carga eléctrica es una propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas por la mediación de campos electromagnéticos. La interacción mutua de las partículas se puede referir al concepto de campo

² Obtenido de: <https://www.elperiodico.com/es/onbarcelona/a-la-ultima/20190117/centros-realidad-virtual-barcelona-7252504>

de fuerzas, por lo que en lugar de hablar de la acción de una partícula sobre otra se puede decir que la partícula crea un campo en torno de sí, por lo que determinada fuerza actúa entonces sobre cada una de las otras partículas situadas en ese campo, por lo que en la física clásica, el campo es un modo de describir un fenómeno físico relacionado con la interacción de las partículas (Landau y Lifshitz, 1992). En el Sistema Internacional de Unidades la unidad de carga eléctrica se denomina culombio o coulomb (símbolo C) y se define como la cantidad de carga que pasa por la sección transversal de un conductor eléctrico en un segundo.



*Fig. 3 Representación de líneas de campo en cargas.
Fuente: foronuclear.org³*

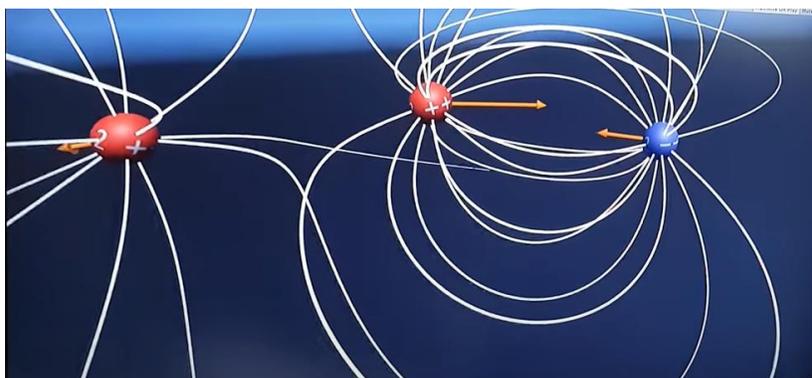
Fenómeno electrostático en realidad virtual VR

La primera versión del software fue desarrollada por el grupo de investigación **ALICE** en la Universidad Pedagógica Nacional, dentro del proyecto de investigación **Desarrollo de productos tecnológicos para la enseñanza de las ciencias básicas basados en nuevas tecnologías**. En esta versión el simulador logra que el usuario mediante el visor Oculus Rift interactúe en un entorno virtual con objetos tridimensionales (esferas) que representan cargas puntuales tanto positivas (+)

³ Obtenido de: <https://www.foronuclear.org/images/efields.gif>

como negativas (-), permitiendo con los controladores touch cambiar la posición y orientación de la esfera, dibujando en tiempo real dentro del escenario líneas y flechas que simulan el fenómeno de campo y fuerza eléctrica entre cargas.

Este simulador además permite por medio del computador cambiar el valor de carga del objeto, el cual se representa por medio de la cantidad de líneas que se dibujan sobre él.



*Fig. 4 Simulación fenómeno electrostático en VR. Primera versión.
Fuente: Grupo de investigación ALICE.⁴*

Capítulo 3. Metodología

SCRUM

La metodología SCRUM se implementa para el desarrollo ágil de software enfatizándose en el trabajo colaborativo y en equipo mediante roles, eventos o reglas asociadas con el fin de obtener mejores resultados en un proyecto. En la ejecución de un proyecto basado en la metodología SCRUM la entrega de avances es parcial, lo que no requiere de un proceso en cascada, sino que se caracteriza por ser más flexible en el desarrollo de cada proceso y es usado para llevar a cabo

⁴ Obtenido de: <https://www.youtube.com/watch?v=9eb9roO2BkI>

proyectos complejos que requieren un periodo de desarrollo corto, con requisitos cambiantes o no definidos (Albadejo, 2009). Por tanto, para el desarrollo de este proyecto se tuvo en cuenta las fases propuestas por Vanegas (2016), quien expone lo siguiente:

Concepto

En esta fase se tiene en cuenta el análisis sobre el flujo de contenido, sobre cada uno de los conceptos y se fundamenta de varias fuentes la terminología correspondiente para trazar el guion que acompañará cada escena del proyecto. Igualmente, 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, además se evalúan distintas propuestas y se objetan los avances de contenido tanto en programación, diseño de interfaz, ambientación y pruebas de hardware.

Exploración

En esta fase se realizan las pruebas técnicas del software y hardware, es decir que se verifica el funcionamiento de los distintos ficheros de la aplicación (scripts, audios, imágenes, videos, interacciones, entre otros) y a su vez se verifica la conexión entre los dispositivos físicos que requiere la aplicación (computador y visor de RV), con el fin de evaluar y corregir las fallas que se presenten.

Revisión

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

Cierre

Su etapa finaliza hasta la parte revisada, para que así con el aval del equipo se abra un nuevo ciclo ágil para dar continuación al mismo. Todo este ciclo ágil se desarrolla de forma permanente durante todo el proceso de ejecución y es evaluado por el equipo SCRUM, quien para el este caso es el autor y el asesor de proyecto.

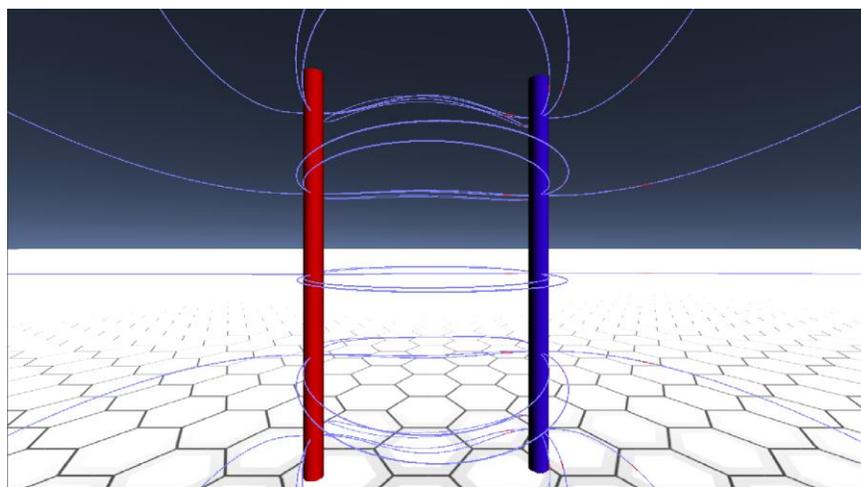
Capítulo 4. Desarrollo de la aplicación

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó la versión de Unity 2018.3.12f1. Este motor de videojuegos fue seleccionado debido a que la primera aplicación de cargas eléctricas en VR que se realizó dentro del grupo de investigación **ALICE** fue con este software. En cuanto a este desarrollo, esta APP es una nueva versión que aborda temáticas en el área de la física, específicamente en el tema de cargas eléctricas con barras, representadas en modelos de tres dimensiones. El software permite como su primera versión observar el comportamiento de las líneas de campo que actúan dentro de las cargas positivas (+) y negativas (-), pero esta además cuenta con un nuevo objeto que permite simular en tiempo real la interacción entre barras cargadas con las cargas puntuales dentro de la escena principal.

La simulación de las barras cargadas se desarrolló al realizar una modificación de un script de la versión anterior (Field Lines), donde se añadió la opción de crear múltiples líneas de campo en la barra cilíndrica a una distancia determinada, y las dibuja dentro del escenario teniendo en cuenta el valor de carga que tenga este objeto.

Otra mejora de esta nueva aplicación es la creación de un menú en la escena principal que ofrece al usuario múltiples opciones, desde crear cargas puntuales o barras, modificar el valor de las

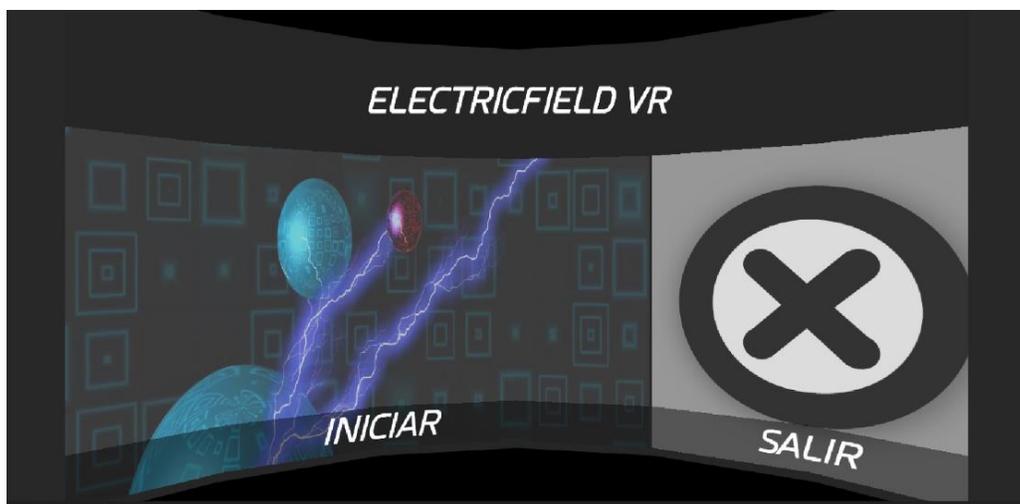
cargas, así como eliminarlas de la escena, utilizando para ello los mandos de las Oculus Rift, mostrando en tiempo real las líneas de campo eléctrico de cada objeto, logrando ejemplificar diferentes fenómenos o comportamientos que ocurren con las cargas eléctricas, como por ejemplo el efecto de atracción, repulsión y patrones de campo eléctrico, permitiendo al usuario mayor interactividad con la aplicación.



*Fig. 5 Simulación barras cargadas.
Fuente: Propia.*

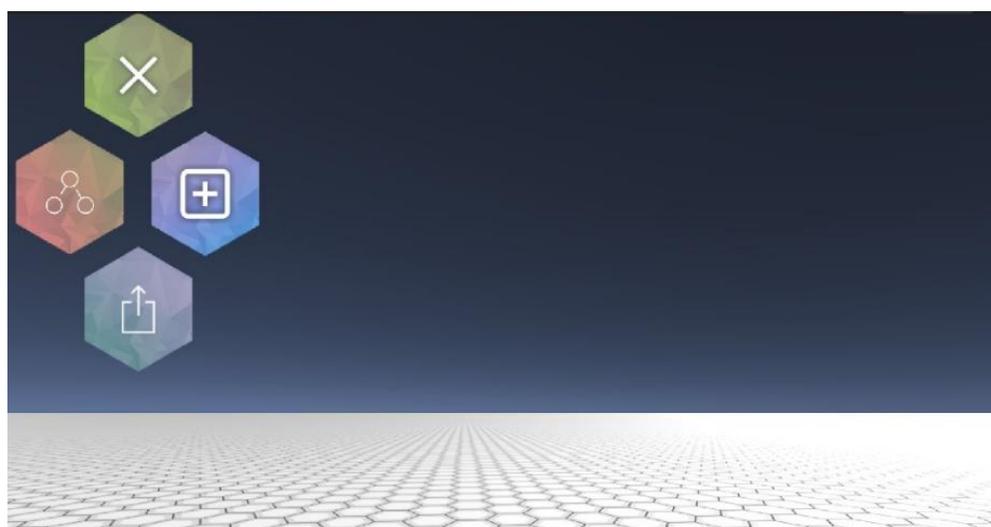
Interfaz Gráfica

La interfaz gráfica de la aplicación cuenta con dos escenas, la primera de ellas es la presentación de la APP, que cuenta con el menú curvo de inicio y dos botones a manera de imagen y texto que son iniciar y salir.



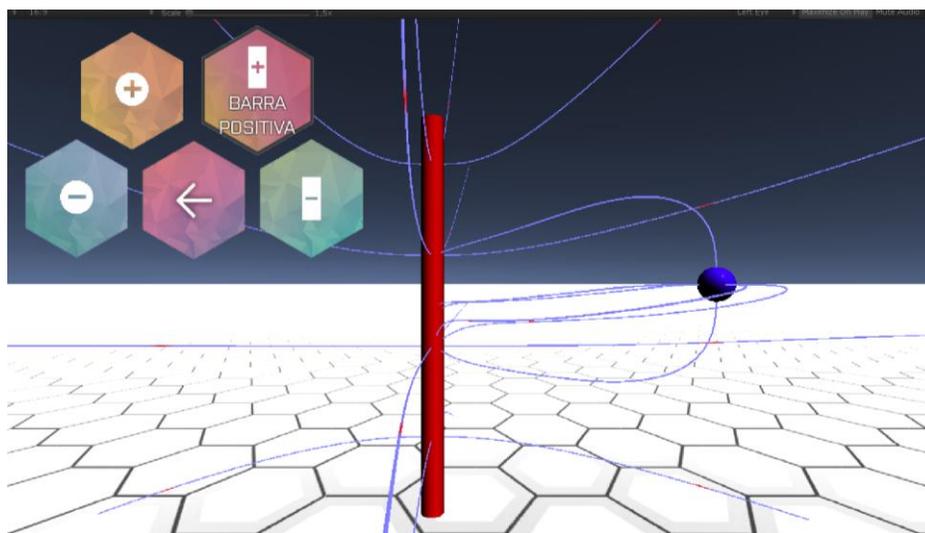
*Fig. 6 Menú principal.
Fuente: Propia.*

Una vez se pulsa el botón iniciar se abre la segunda escena, donde muestra el espacio de trabajo en el cual el usuario interactúa con las cargas eléctricas. Este espacio está acompañado de un menú que permite seleccionar diferentes opciones para cada una de las cargas, es decir que permite crear, eliminar, cambiar o modificar el valor tanto de la carga puntal como de la barra.



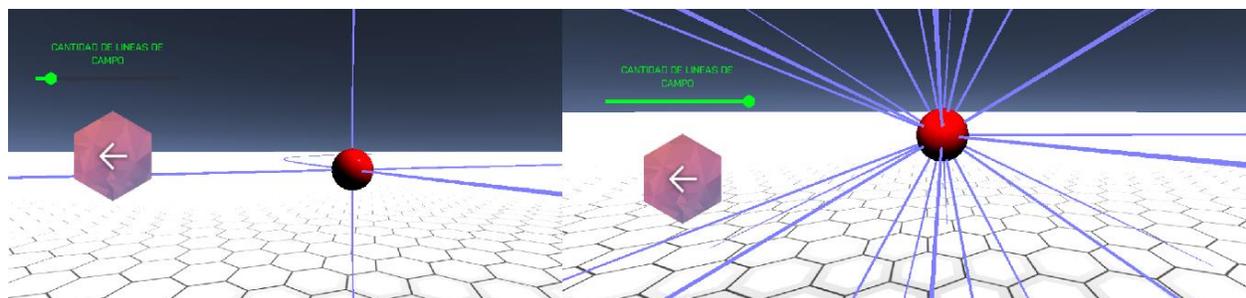
*Fig. 7 Menú en escena principal.
Fuente: Propia*

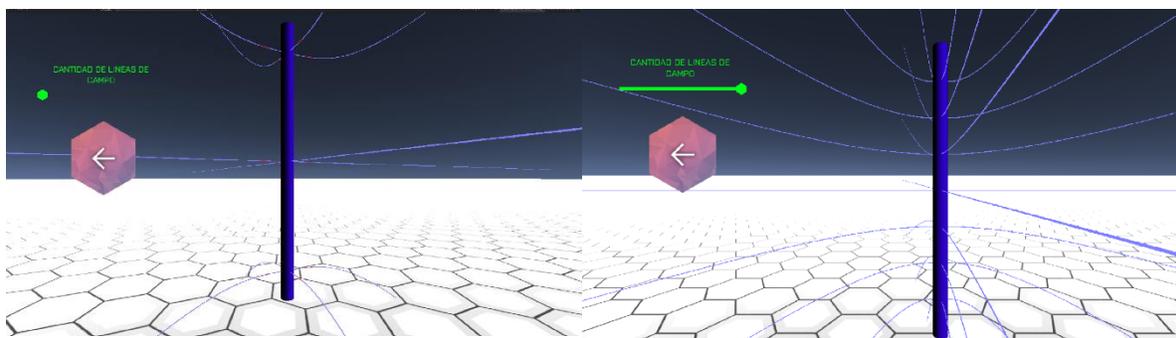
A medida que el usuario va eligiendo una opción dentro menú con el mando del visor se muestran otras opciones dependiendo del botón pulsado, logrando así activar o desactivar funciones u objetos dentro del escenario principal.



*Fig. 8 Opción crear barra positiva.
Fuente: Propia*

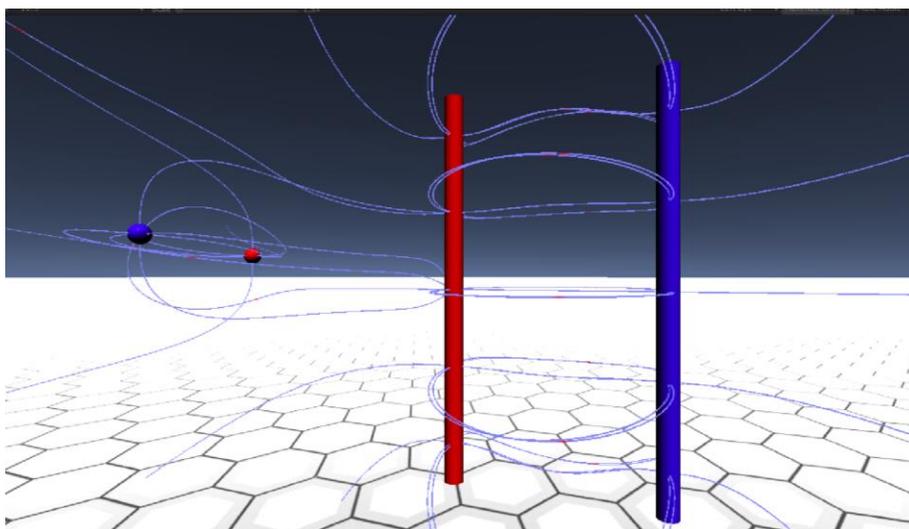
Igualmente, el menú mediante la opción de modificar carga permite variar el número de líneas de campo eléctrico que hay sobre el objeto, teniendo en cuenta la posición del punto en el cual se encuentre ubicado el indicador del “slider” o deslizador.



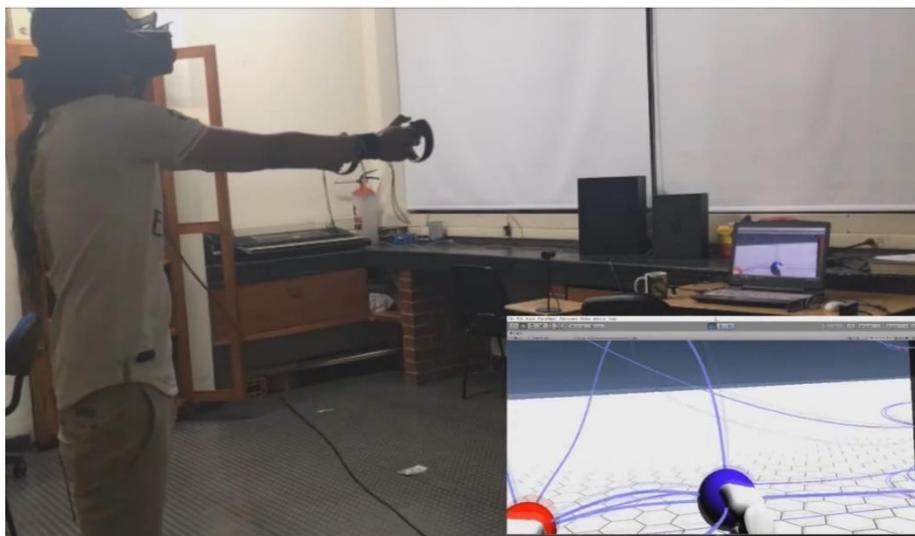


*Fig. 9 Cantidad de líneas de campo de una carga puntual y una barra cilíndrica.
Fuente: Propia*

Ya una vez elegidas las opciones del menú el usuario puede desactivar o activar la visualización de este por medio de un botón del mando, para que así de esta manera se pueda iniciar con la interacción de las cargas que se muestran dentro del escenario, cambiando la posición y orientación de cada objeto dentro del espacio virtual, pudiendo visualizar las líneas de campo eléctrico que actúa sobre cada una de las cargas.



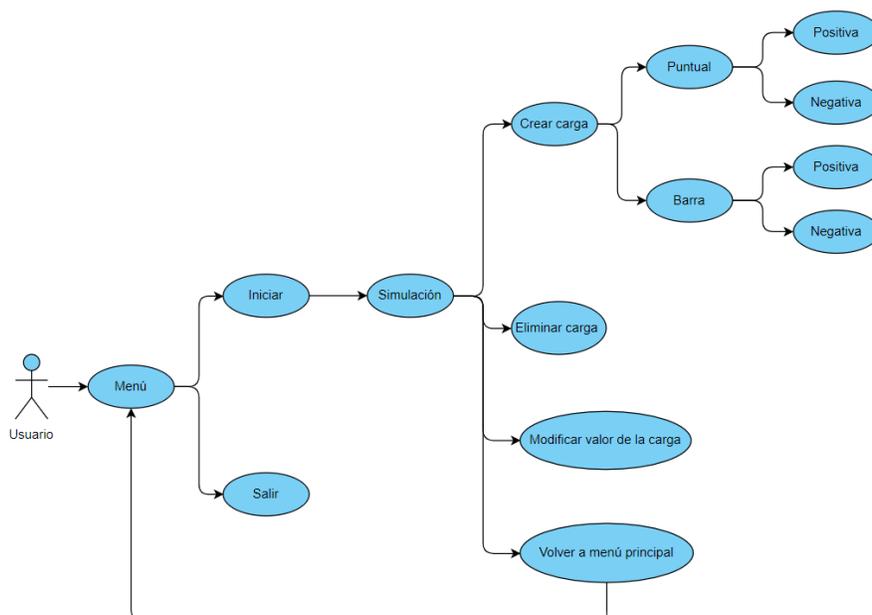
*Fig. 10 Cargas eléctricas.
Fuente: Propia*



*Fig. 11. Implementación del software.
Fuente: Propia*

Diagramas de casos de uso

A través de un UML (lenguaje unificado de modelamiento) se realiza una representación mediante un diagrama casos de uso que evidencia el funcionamiento de la aplicación.



*Fig. 12. Casos de uso.
Fuente: Propia*

Funcionamiento y navegación

La aplicación se activa una vez el usuario tenga el visor y los mandos dentro del área de reconocimiento de los sensores, pero además la posición y orientación del jugador determina la elección de las opciones del menú y posterior ubicación dentro del escenario principal. Este último escenario cuenta con otro menú de opciones en la parte superior izquierda que facilita al usuario la elección de ciertas acciones que permite el software. De igual manera, la aplicación cuenta en primera medida con un cursor que se orienta con la posición de la mano derecha, logrando desplazarlo tanto en el eje vertical como horizontal cuando hay desplazamiento de la mano en la misma dirección en el espacio; los botones de los mandos permiten también dar acceso a alguna opción del menú, por lo que esta acción da a entender a la aplicación la intención del usuario por seleccionar alguna opción, es decir que sí el cursor se encuentra posicionado en las coordenadas que correspondan al área del menú del juego y el usuario pulsa algún botón entonces la opción elegida se activa tal y como observa en el ejemplo de la figura 13, para que de esta manera los modelos de las cargas eléctricas se muestren en la pantalla.

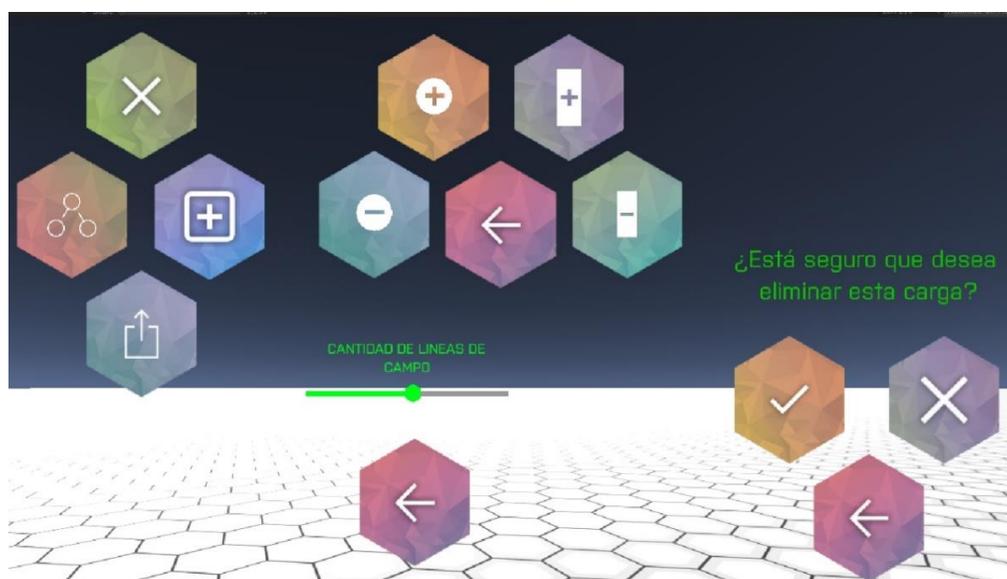


Fig. 13 Botones del escenario principal.
Fuente: Propia

El software cuenta con una serie de botones que permiten la navegación por las diferentes secciones de la aplicación, a continuación, se enuncia el funcionamiento de cada uno de ellos.

Tabla 1 Navegación

Botón	Función
Iniciar	Da acceso a la escena principal de la aplicación, donde el usuario podrá interactuar con las cargas eléctricas.
Salir	Cierra la aplicación cuando este botón es pulsado.
Crear carga	Muestra otro menú alternativo para que el usuario decida el tipo de carga y la polaridad de la misma que desea crear.
Eliminar carga	Borra de la escena una carga puntual o una barra positiva o negativa.
Modificar carga	Le da al usuario la posibilidad de aumentar o disminuir el valor de la carga eléctrica.
Menú principal	Con este botón se retorna a la escena del menú principal.
Barra positiva	Crea una barra eléctrica positiva.
Barra negativa	Crea una barra eléctrica negativa.
Puntual positiva	Crea una carga puntual positiva.

Puntual negativa	Crea una carga puntual negativa.
Volver	Retorna al menú anterior.
Si	Confirma la eliminación de una carga
No	No elimina la carga.
Cantidad de líneas de campo	Mediante un slider o deslizador cambia la cantidad de líneas que salen de la carga elegida.

Diseño y Arquitectura

Para el menú principal se importaron modelos de menú curvo con sus respectivos scripts, los cuales están diseñados para que sean compatibles con RV, desarrollado por Chisely y llamados “Curved UI”. Por otro lado, para el reconocimiento de algunas funciones entre el visor Oculus y la plataforma de video juegos Unity se vio necesario descargar el plugin *Oculus Integration* con licencia de la misma empresa y de descarga gratuita. Por último, los demás elementos fueron diseñados en Unity con los 3D GameObjects.

Dentro de la aplicación los GameObjects cuentan con scripts que posibilitan la interacción y funcionamiento entre ellos, por lo que en la siguiente tabla se enuncian los scripts con los que cuenta el aplicativo:

Tabla 2. Tabla de scripts de la aplicación.

Script	Descripción
OVR Player Controller	Permite al usuario moverse dentro del escenario con los

	mandos de las Oculus Rift.
OVR Manager	Activa el movimiento de los dedos dentro de la aplicación, así como la interacción del usuario con los botones de los mandos.
Distance Grabber	Permite atraer un objeto hasta la posición de la mano.
OVR Camera Rig	Reconoce la posición y orientación del visor de la Oculus dentro del espacio de trabajo y el escenario virtual.
Field Lines	Este script se encarga de crear las líneas de simulación de las cargas eléctricas.
Controller Button	Permite al usuario interactuar con los menús de la aplicación.
OVR Raycaster	Logra la interacción entre los botones del menú y el apuntador del mando.
CUI_Vive Laser Beam	Reconoce la posición y orientación del láser dentro del escenario.
Seleccionar Objeto	Por medio del apuntador del visor permite reconocer el objeto el cual se está observando.
Crear Carga	Determina que objeto crea teniendo en cuenta el botón pulsado por el usuario.
Eliminar Carga	Destruye la carga seleccionada por el usuario.

Modificar carga	Aumenta o disminuye el número de líneas de campo de la carga puntual o barra, teniendo en cuenta la posición del indicador slider.
Volver	Regresa al menú anterior.

Capítulo 5. Conclusiones

Finalizada la asignatura de Taller de creación de videojuegos y ambientes interactivos en 3D se decidió realizar una aplicación en realidad virtual utilizando el visor Oculus Rift, ya que esto implicaba comprender el funcionamiento, control y reconocimiento del dispositivo a las intenciones del usuario al controlar el video juego o aplicación.

- Unity cuenta con gran cantidad de documentación o aplicaciones relacionadas a la realidad virtual, lo cual permite al desarrollador orientarse más fácilmente sobre la manera en la cual se trabaja la RV en Unity. De igual manera, la ventaja de trabajar en Unity con VR es que cuenta con un entorno de software muy sencillo, teniendo en cuenta además que su bastante documentación en cuanto a scripts se refiere y la posibilidad de importar contenido desde la tienda de assets hace que el desarrollo de aplicaciones en este campo se facilite aún más.
- Es recomendable no realizar actualizaciones o trabajar con otras versiones de Unity diferente a la 2018.3.12f1, ya que puede presentar errores en la compilación de scripts o fallos al cargar algunos ficheros teniendo en cuenta que en cada versión se añaden o quitan

funciones dentro del software para corregir errores de Unity pero que a la vez puede ocasionar ciertos cambios o daños dentro de la aplicación.

- Cuando se usa el visor es necesario tener en cuenta el espacio de trabajo, es decir que el área de movilidad para el usuario debe estar marcada mínimo en una medida de 1.5 metros de ancho y de largo, por que si no está demarcado el espacio con un área igual o mayor al mínimo la configuración de las Oculus dentro del PC no podrá llevarse a cabo y por ende la aplicación no funcionará óptimamente.
- Para ejecutar la aplicación es necesario de un computador con las especificaciones de software y hardware mencionadas en los aspectos generales, además del visor de Oculus Rift con los mandos y sensores, por lo que si se tiene en cuenta lo anterior el acceso a esta tecnología es limitado.
- Cuando se está ejecutando la aplicación dentro de la escena principal es importante tener en cuenta que el número de objetos con los cuales interactúa el usuario, teniendo en cuenta que el video juego cuenta con una lectura y muestra de figuras en tiempo real como lo son las líneas de campo de cada objeto, por lo que se debe tener en cuenta el rendimiento máximo que puede ofrecer el computador en el cual se ejecute la aplicación, para que de esta manera no vaya a afectar la interacción del usuario dentro del video juego.
- Al proponer el desarrollo de esta aplicación la mejor solución en su momento era utilizar el visor de realidad virtual Oculus Rift, pero actualmente y como futuros desarrollos de aplicaciones con RV se recomienda trabajar con el nuevo dispositivo Oculus Quest, ya que permiten la conexión multijugador dentro de aplicaciones, lo que sería una buena alternativa como desarrollo a posteriores software pero en el ámbito de multiusuarios.
- Igualmente, se podría evaluar el impacto que tiene el uso de la RV dentro del ámbito

educativo, para identificar si el uso de esta herramienta facilita la comprensión de diversos temas asociados a diferentes áreas del conocimiento.

- Este software permite la posibilidad de continuar trabajando dentro de la línea de investigación relacionada al desarrollo de productos tecnológicos para la enseñanza de las ciencias básicas basados en nuevas tecnologías, concretamente en el campo de la física.
- Se tiene con el desarrollo de este proyecto el sometimiento a una publicación en un artículo de revista, así como el registro de la aplicación ante derechos de autor.

6. Bibliografía

Albaladejo, X. (2008). *Proyectos Ágiles*. Obtenido de Proyectos Ágiles:

<https://proyectosagiles.org>

Barambones, J. (2015). Realidad Virtual. www.juanbarambones.com. España.

Hilera, J., Otón, S., Martínez, J. (1999). Aplicación de la Realidad Virtual en la enseñanza a través de Internet. Madrid.

Perez, C. (2008) Realidad Virtual: Un Aporte Real para la Evaluación y el Tratamiento de Personas con Discapacidad Intelectual. Chile.

Vanegas, A. G. (2016). Aplicación de Apoyo para la Comprensión de Conceptos sobre Fenómenos Presentes en la Transformación de la Energía Utilizando Realidad Virtual Inmersiva. Bogotá.

Vivar, H. (2000). Realidad Virtual. Madrid.

Landau, L., Lifshitz, E. (1992). Teoría Clásica de los Campos. Volumen 2. Editorial Reverté S.A. Barcelona.

7. Anexos

Manual de Usuario Aplicación ElectricField VR.