

**Desarrollo de un prototipo de videojuego de laberinto en Realidad Virtual utilizando el motor de juegos de unity 3d**

Jakson Dario Leal Bustamante

Jose Eduardo Castillo Madera

Director de Proyecto

Nitae Andres Uribe Ordoñez

Universidad Autónoma De Bucaramanga

Programa de Ingeniería en sistemas

Bucaramanga, Santander, Colombia

2020

## Índice

<b>1. Resumen</b>	7
<b>2. Planteamiento del problema</b>	8
<b>3. Pregunta de investigación</b>	8
<b>4. Objetivos</b>	8
<b>4.1. Objetivo General</b>	8
<b>4.2. Objetivos específicos</b>	8
<b>5. Justificación</b>	9
<b>5.1. Demanda de profesionales desarrolladores de Realidad Virtual</b>	9
<b>5.2. Mercado con déficit de contenidos VR</b>	11
<b>5.2.1. internacional</b>	11
<b>5.2.2. Nacional</b>	12
<b>5.3. Universidades en Colombia que incluyen Realidad Virtual en su academia e investigación</b>	13
<b>5.4. Aumento de la accesibilidad de la Realidad Virtual</b>	14
<b>5.5. Ventas de hardware de Realidad Virtual</b>	16
<b>5.6. Oportunidades de la realidad virtual en el mercado</b>	17
<b>6. Estado del arte</b>	17
<b>6.1. Historia de la realidad virtual</b>	17
<b>6.1.1. El teatro como pionero de la VR</b>	18
<b>6.1.2. Realidad Virtual desde los primeros cascos</b>	18
<b>6.1.3. Evolución del casco de VR</b>	19
<b>6.1.4. Desarrollo tecnológico de la VR</b>	20
<b>6.1.5. Realidad Virtual a gran escala</b>	20
<b>6.2. Tecnologías de Realidad Virtual</b>	21
<b>6.3. Aplicaciones, usos o campos de acción de la realidad virtual</b>	26
<b>7. Marco Conceptual</b>	31
<b>7.1. Realidad Virtual</b>	31
<b>7.2. Tipos de realidad virtual</b>	31
<b>7.3. Motores de videojuegos</b>	32
<b>7.3.1. Motor de juegos Unity 3D</b>	32
<b>7.4. Laberinto</b>	33
<b>7.5. Sistemas de localización y seguimiento</b>	33
<b>8. Marco Teórico</b>	33

<b>8.1. Desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual</b>	<b>33</b>
<b>8.2. Problemas médicos asociados a la Realidad Virtual</b>	<b>34</b>
<b>8.3. Latencia en Realidad Virtual</b>	<b>36</b>
<b>8.4. Campo Visual para VR</b>	<b>37</b>
<b>8.5. Resolución y Ratio de Pantalla para VR</b>	<b>37</b>
<b>9. Metodología</b>	<b>42</b>
<b>9.1. Comparación y selección de tecnologías</b>	<b>38</b>
<b>9.2. Diseño y desarrollo</b>	<b>38</b>
<b>10. Desarrollo de la metodología</b>	<b>39</b>
<b>10.1. Especificación de requisitos</b>	<b>40</b>
<b>10.2. Casos de Uso de alto nivel</b>	<b>40</b>
<b>10.3. Diseño</b>	<b>41</b>
<b>11. Resultados</b>	<b>43</b>
<b>12. Cronograma</b>	<b>44</b>
<b>13. Presupuesto</b>	<b>45</b>
<b>14. Conclusiones</b>	<b>49</b>
<b>15. Experiencia de desarrollo</b>	<b>50</b>
<b>16. Trabajo futuro</b>	<b>55</b>
<b>17. Referencias</b>	<b>56</b>
<b>Anexos</b>	<b>63</b>

**lista de figuras**

<b>Figura 1. Gráfica De Demanda En Realidad Virtual Según Hired.</b>	7
<b>Figura 2. Casos De Uso De La Realidad Virtual Según Park Associates</b>	9
<b>Figura 3. Utilidades por realidad virtual en el 2030 según barker</b>	15
<b>Figura 4. Mapa Mundial De La Monetización Mensual De Videojuegos Móviles.</b>	16
<b>Figura 5. Teatro real, celebración del 200 aniversario de Samsung.</b>	18
<b>Figura 6. Visualizador por Philco Corporation.</b>	19
<b>Figura 7. Tendencias De Realidad Virtual.</b>	20
<b>Figura 8. Gafas de Realidad Virtual VIVE COSMOS.</b>	21
<b>Figura 9. Gafas De Realidad Virtual De Acer StarVE.</b>	22
<b>Figura 10. Dispositivo Omni VR.</b>	23
<b>Figura 11. Google Cardboard.</b>	24
<b>Figura 12. Gráficos de PlayStation.</b>	25
<b>Figura 13. Cardboard De HOMIDO VR.</b>	26
<b>Figura 14. Chomp vr.</b>	28
<b>Figura 15. Laberinto Maze VR.</b>	29
<b>Figura 16. Modelado 3D, laberinto del tesoro VR.</b>	30
<b>Figura 17. Cave Automatic Virtual Environment, Simulador Instituto De Illinois.</b>	36
<b>Figura 18. Fases de Desarrollo De Un Sistema Soportado Por UML.</b>	39
<b>Figura 19. Un Primer Acercamiento Al Espacio De Trabajo De Photoshop.</b>	41
<b>Figura 20. inicio del backtracking.</b>	48
<b>Figura 21. Verificación de puntos cardinales y límites de la matriz</b>	48
<b>Figura 22. Recursividad</b>	
<b>Figura 23. Rastro del backtracking</b>	49
<b>Figura 24. Inicio de la creación</b>	49
<b>Figura 26. unity editor</b>	50
<b>Figura 27. Configuraciones del Canvas</b>	50
<b>Figura 28. mazeGo pantalla de inicio</b>	51
<b>Figura 29. textos en unity</b>	51

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1. Cuadro comparativo de precios en el mercado</b>	41
<b>Tabla 2. Comparativa de soporte para unity 3D</b>	42
<b>Tabla 3. Características y Arquitectura del Sistema de la experiencia</b>	44
<b>Tabla 4. Resultados Esperados</b>	45
<b>Tabla 5. Presupuesto global.</b>	47
<b>Tabla 6. Gastos de Personal.</b>	47
<b>Tabla 7. Descripción y Cuantificación De Los Equipos y Software De Uso.</b>	48
<b>Tabla 8. Materiales, Suministros y Bibliografía.</b>	48

**Lista de Anexos**

<b>Anexo 1. Comparativa y selección de tecnologías</b>	<b>64</b>
<b>Anexo 2. Game Design Document</b>	<b>68</b>

## 1. Resumen

La realidad virtual desde sus primeros inicios tuvo la finalidad de sumergir al usuario en un ambiente simulado tan real como la tecnología de ese momento lo hiciera posible, por lo que ha venido teniendo grandes avances, ya que llamó la atención de las personas por los múltiples usos y aplicaciones que se le podría dar a esta tecnología, esto ha hecho que actualmente se encuentre en auge.

La elaboración de este trabajo de grado surge con la intención de aprovechar el mercado generado por la realidad virtual y el gusto de los jugadores por explorar nuevas experiencias, en él se muestra el trabajo realizado para la creación de un prototipo de juego de laberinto que incluye investigaciones sobre las tecnologías de realidad virtual en el mercado así como demanda y ofertas tanto de empleos como contenido de Realidad Virtual en el ámbito nacional e internacional pues también influye la educación y presencia que se presta, también veremos el motor de juegos de unity 3D y las google cardboard que es donde se baso todo el desarrollo y se tuvo en cuenta implicaciones médicas por el sobre uso de esta tecnología. Se resume la historia de la realidad virtual, dispositivos que aprovechan esta tecnología, proyectos y tipos de Realidad Virtual, además, se implementó una metodología basada en el método de larman (2000) y UML, donde surgieron los casos de estado, casos de uso, arquitectura del sistema.

**Palabras clave:** Realidad virtual, laberinto, videojuegos, aplicaciones.

## **2. Planteamiento del problema**

Las tecnologías de realidad virtual siguen en constante crecimiento y cada vez son más innovadoras. Es por ello que el problema que vamos a tratar en esta sección puede no ser visto como un obstáculo, sino más bien, como una oportunidad en el área de realidad virtual pues veremos el comportamiento de la demanda de la industria por desarrolladores y de contenido para sus usuarios.

## **3. Pregunta de investigación**

¿Se puede desarrollar un prototipo de juego de laberintos haciendo uso del motor de juegos de unity 3D y las tecnologías recientes de realidad virtual?

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Desarrollar un prototipo de juego de laberinto implementado para tecnologías de realidad virtual, utilizando el motor de juegos unity 3D.

### **4.2. Objetivos específicos**

- 1.** Seleccionar las tecnologías de Realidad Virtual a utilizar en la implementación del prototipo mediante un cuadro comparativo.
- 2.** Diseñar la experiencia de videojuego de laberinto en realidad virtual por medio de la redacción de un documento de diseño.
- 3.** Programar un prototipo funcional de la experiencia diseñada, utilizando la tecnología de juegos seleccionada y el motor de desarrollo Unity 3D.

## **5. Justificación**

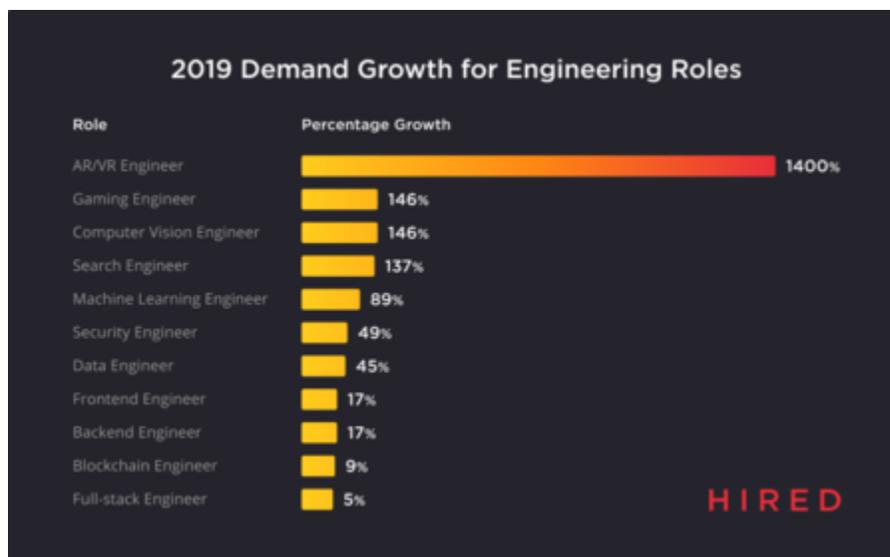
Las tecnologías de realidad virtual siguen en constante crecimiento y cada vez son más innovadoras. Es por ello que el problema que vamos a tratar en esta sección puede no ser visto como un obstáculo, sino más bien, como una oportunidad en el área de realidad virtual pues veremos la demanda de la industria por desarrolladores y de contenido para sus usuarios.

### **5.1. Demanda de profesionales desarrolladores de Realidad Virtual**

De acuerdo con ReclUIT (2019), que es una empresa con presencia en América y Europa enfocada en el reclutamiento de talento en IT (Information Technology por sus siglas en inglés) para otras corporaciones, dice que la realidad virtual tiene mayor desarrollo o presencia en los teléfonos inteligentes y que marcas como Oculus, HTC, PlayStation están comenzando a ganar terreno en el ámbito de sumergir al usuario en el marco virtual pues brindan más soporte cuando se trata de entretenimiento, por lo que el mundo está necesitando desarrolladores de realidad virtual tanto en el campo de los juegos como en los negocios y otras áreas, pues actualmente los militares o pilotos reciben entrenamiento real con situaciones reales plasmadas en un ámbito virtual, dado todas estas variaciones cabe resaltar que las tiendas Walmart no se quedan atrás pues en un estudio reciente de la revista Forbes (Burn, 2020) dice que “Walmart ha utilizado la realidad virtual para capacitar a 1,2 millones de sus empleados, y descubrió que es un gran ahorro de tiempo” y no es de extrañarse pues es el mayor empleador privado de estados unidos y brinda oportunidades de ascenso laboral y aumento del salario, además, para que ocurran ascensos en el área del desarrollo software, un desarrollador debe aprender varios lenguajes de programación como c#, diseño de experiencia de usuario, ser creativos cuando se habla de crear entornos o aplicaciones para usuarios no técnicos y tener conocimiento sobre el hardware que va a utilizar.

La empresa hired brinda asesoramiento para ayudar a personas a encontrar un trabajo que se ajuste a ellos, además, otras empresas pueden pautar con ellos para publicar ofertas de trabajo con variaciones salariales, oportunidades de competencia o detalles del mismo lo que hace que el proceso de contratación sea más rápido y eficiente. además, hired nos brinda resultados de encuestas en su sitio web que ellos mismos hacen (Figura 1), los datos son obtenidos de los cientos de miles de entrevistas que realizan (hired, 2020).

*Figura 1. Gráfica De Demanda En Realidad Virtual Según Hired.*



fuelle: (genbeta, 2020)

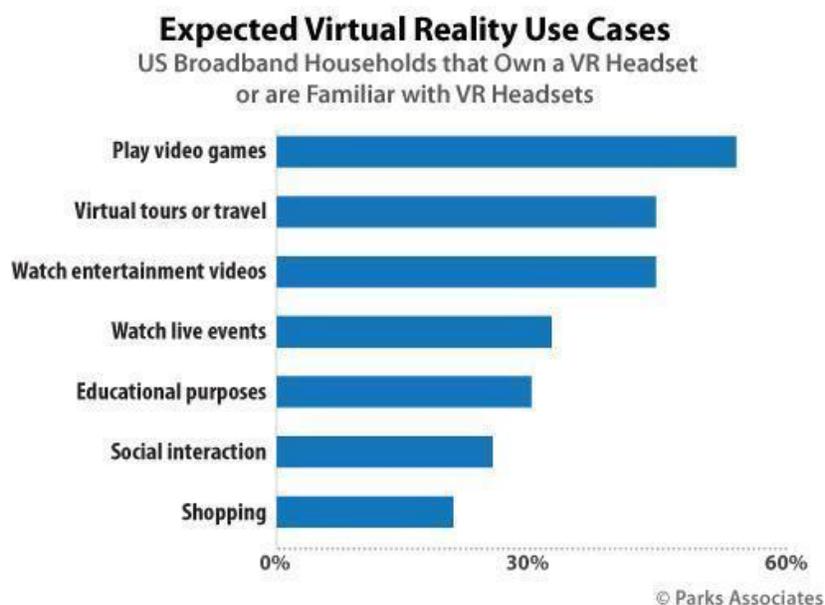
De la anterior grafica podemos deducir que la demanda en el área de la realidad virtual y realidad aumentada ha subido 1400% solo en 2019, sumado a esto, en una publicación reciente hecha por GENBETA (2020), que es una extensión de webedia a la que se le conoce como la empresa líder de entretenimiento digital en España, en la que afirma que, según datos de hired, los títulos universitarios cada vez importan menos y que casi el 50% de desarrolladores en la base de datos de ellos dicen que el campo más interesante actualmente es el machine learning, campos de acción del gaming, seguridad informática, entre otras.

## 5.2. Mercado con déficit de contenidos VR

### 5.2.1. internacional

Un estudio reciente hecho por Park Associates (Ulpino, 2019) que es una empresa de consultoría e investigación de mercado especializada en tecnologías emergentes, señala que el campo de realidad virtual tiene varios problemas en cuanto al desarrollo de software y hardware donde las principales dificultades son los costos y el límite de duración del contenido, además, muestra una gráfica (Figura 2) que recopila la mayoría de los resultados de la investigación pero no incluye el uso de esta tecnología para propósitos educativos, industria y comercio, en la gráfica podemos observar que la mayoría del contenido está enfocado para el marco gaming pues del 100% de usuarios en estados unidos, el 54% usa esta tecnología para jugar o reproducir videos, sin embargo, los consumidores también dicen que el contenido sigue siendo el mismo desde que comenzaron a ser usuarios pero solo el 3% dice que ha empeorado.

Figura 2. Casos De Uso De La Realidad Virtual Según Park Associates



fuentes: (Ulpino, 2019)

El estudio además agrega que el 15% de los hogares en Estados Unidos han usado la realidad virtual y que el 28% de los usuarios de consolas de juegos están familiarizados con esta tecnología, y es aún mayor si la consola es nueva.

### **5.2.2. Nacional**

La implementación de tecnologías de realidad virtual en Colombia es un marco poco explorado en el que se han hecho investigaciones o propuestas de proyectos relacionados a ello, sin embargo, la capital colombiana lleva a cabo una semana de exposición sobre estrategias de comunicación acerca de patrimonios culturales en Bogotá que tiene lugar a mediados de octubre por la fundación universitaria Unipanamericana, el evento se llama: Semana de la Comunicación: Hagamos Memoria, (Hernandez, 2018), en él se habla acerca de un proyecto de realidad virtual para cuidar los patrimonios culturales y que no se queden en un solo recuerdo pues se aprovecharía la posibilidad de plasmar cualquier patrimonio cultural en un entorno virtual gracias a la codificación, con lo que evitarían que dichos patrimonios se “desgasten” por las visitas continuas de turistas y que conocieran las raíces desde esta tecnología con videos en 360°, agregando mejoras en la inmersión como olores, micro cargas eléctricas o vibraciones con el fin de lograr un realismo que sea más real que ir al propio lugar, para que en un futuro cada persona tenga unas gafas de realidad virtual pues afirman que “La industria audiovisual, tecnológica, comunicacional ya han iniciado planes de acción enfocados al desarrollo y posicionamiento de la realidad virtual, es el momento que mediante políticas gubernamentales se aplique a temáticas relacionadas con la educación la cultura y la convivencia”. Además, en Medellín, Colombia existen empresas dedicadas en parte al desarrollo de realidad virtual como es la empresa “OCUDOS diseños de experiencia” (ocudos.com), que se enfoca en el desarrollo de contenidos virtuales como videos 360°, renderizado, realidad virtual y realidad aumentada,

además, cuenta con clientes como: EPM, Argos, Sura, Haceb, Yamaha, entre otros. Otra empresa localizada también en Medellín es “VORTIX” (vortex.co), enfocada en el desarrollo de material audiovisual y digital con fines publicitarios, además, desarrolla soluciones utilizando la tecnología de realidad aumentada. cuenta con clientes como: Holcim, revista música, entre otros. Sin embargo, estas empresas mencionadas anteriormente no se encuentran afiliadas a la empresa “Intersoftware” (intersoftware.org.co) que es una corporación sin ánimo de lucro que tiene como objetivo promover el crecimiento y desarrollo económico de empresas miembros de ella y cuenta con más de 32 empresas afiliadas, 4 de ellas en CMMi nivel 5 (Capability Maturity Model Integration).

### **5.3. Universidades en Colombia que incluyen Realidad Virtual en su academia e investigación**

Son pocas las universidades en Colombia que promueven el desarrollo en realidad virtual en el que no brindan un pregrado o cursos pero si hacen grupos o semilleros para la investigación de realidad virtual o temas afines, tal son los casos de universidades como la universidad EAFIT que tienen un semillero acreditado por Colciencias que ha desarrollado proyectos que incluyen realidad virtual y realidad aumentada, además, tienen un laboratorio de investigación de dicha tecnología orientado al desarrollo de proyectos acerca de construcción o medicina. El Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, cuenta con un semillero que igualmente es acreditado por Colciencias y se enfocan en la investigación de la realidad virtual, renderizado y software 3D. La Fundación Universitaria Luis Amigó, no posee grupos de investigación o brinda cursos, sin embargo, cuenta con el desarrollo de investigaciones acerca de proyectos para tratar enfermedades mentales con ayuda de la realidad virtual (Corporación Ruta N, 2016). La UNAB (universidad autónoma de Bucaramanga), posee un laboratorio para temas relacionados a VR al

que ellos llaman “game dev lab” (UNAB, 2017) en el que se encuentran herramientas como equipos de excelentes especificaciones técnicas, gafas de realidad virtual como oculus go, oculus quest, oculus rift y HTC vive con las que se enseña a crear aplicaciones en el motor de desarrollo Unity, sin embargo, es una clase optativa pero exclusiva para estudiantes de ingeniería en sistemas pues se necesita alto grado de programación como lo afirma el docente Nitae Andres Uribe Ordoñez, sumado a esto, la UNAB también cuenta con un laboratorio de prototipado en el que se usa esta tecnología para facilitar el aprendizaje impartido en aulas físicas de clase (UNAB, 2019) y un centro de creatividad, innovación y emprendimiento que ellos llaman “UNAB creative”, en él se promueve la investigación, asesoría y desarrollo de proyectos para dinamizar procesos mediante el uso de la realidad virtual, entre otras herramientas. Sin embargo, la UMNG (universidad militar de nueva granada) si brinda cursos de realidad virtual y cuenta con un CRV (centro de realidad virtual) para la investigación y promoción del desarrollo de aplicaciones en esta tecnología basadas en temas por los que se incline la universidad como en el sector empresarial o las fuerzas militares para proveer avances científicos de calidad pues este centro de realidad virtual tiene como misión ser líder a nivel latinoamericano en desarrollo, investigación y fomento de esta tecnología en el sector defensa, educativo e industrial (UMNG, 2018).

#### **5.4. Aumento de la accesibilidad de la Realidad Virtual**

La tecnología de realidad virtual está tomando fuerza y comienza a participar en varios marcos de IT (information technology) y hasta en capacitaciones empresariales, lo que está haciendo que se vuelva más accesible para diversas comunidades, como personas que tengan dificultades físicas o cognitivas, e indirectamente hace que su desarrollo se vea acelerado hasta el punto de que el dispositivo de realidad virtual funcione como un ente individual, lo que ha dado

un impulso a la inclusión de esta tecnología. Por parte de la desvinculación de los dispositivos de realidad virtual con un ordenador, una consola o un smartphone, se está volviendo cada vez más usual verlo, pues la empresa “oculus vr” tiene en su arsenal 2 productos que funcionan sin necesidad de un ordenador con buenas especificaciones técnicas o de un procesador aparte, estos son: las gafas VR “oculus go” diseñadas en compañía con “Xiaomi”, estas se ejecutan con un software móvil propiedad de la misma empresa y hacen uso de un control inalámbrico por lo que se pueden usar en su totalidad sin cables, sin embargo, el control no cuenta como un objeto en la inmersión de la realidad virtual (Sanz, 2018), y las gafas vr “oculus quest” que soportan 2 controles y tiene mejores especificaciones que las “oculus go” pues cuentan con mayor tasa de refresco (Hz) y no menos importante son las cámaras incrustadas en las gafas con las que deducen el movimiento de los controles para sumergirlos como objetos en la experiencia de realidad virtual, además, estas trazan el área en la que se está moviendo el usuario (Huertos, 2019). Otro caso que podemos ver actualmente es el del dispositivo de realidad virtual “mirage solo” de la empresa LENOVO en compañía de la plataforma “daydream” de GOOGLE ofrecen este dispositivo bajo la premisa de encaminar la experiencia de realidad virtual al formato móvil y que la inmersión que nos brinda sea como estar observando desde una ventana gracias a la tecnología WorldSense que no necesita de ningún sensor externo para registrar los movimientos del usuario (LENOVO & GOOGLE, 2018).

Cabe destacar que las opciones que presta esta tecnología no solo son en el ámbito de los videojuegos, pues un museo marítimo en Barcelona que implementó esta tecnología para mejorar la experiencia de los visitantes que estén en silla de ruedas (Marambio, Corso, Lucena & Roca, 2010) con el fin de no hacer distinción y crear un lugar donde cualquier persona tenga las mismas capacidades del otro, sean físicas o cognitivas, y puedan hacer uso de un servicio como

cualquier visitante. Este museo fue seleccionado para llevar a cabo este proyecto por su complejidad arquitectónica al momento de cartografiar lo que ha impulsado que tanto sus instalaciones o contenidos estén disponibles para usuarios con discapacidades.

La accesibilidad a esta tecnología se ve influenciada por facilitar la vida de personas con discapacidades físicas pues el software walkinVR ([walkinvrdriver.com](http://walkinvrdriver.com)) muestra las posibilidades que se pueden lograr al momento de adaptarse para asistir los controles cuando personas con movilidad reducida los estén usando sin que eso sea un impedimento, con el fin de que los movimientos virtuales se vean como si una persona con el 100% de sus capacidades físicas los estuviera ejecutando y transmitir este sentimiento de apropiación y empoderamiento, sin embargo, cuando una persona lleva mucho tiempo en silla de ruedas o sin mover alguna parte de su cuerpo, este hecho dificulta la movilidad en un entorno virtual. además, walking VR no necesita modificar el sistema de realidad virtual al que se le aplique ni mucho menos ajustar el video juego o contenido VR, pues usa los sensores o herramientas a su disposición ayudándose de los movimientos oculares o movimientos de la cabeza para crear una sensación de inmersión en el marco.

### **5.5. Ventas de hardware de Realidad Virtual**

Un estudio de Juniper Research (Barker, 2019) que es una empresa que presta servicios de investigación, análisis o consultoría a cualquier sector de IT, afirma que las utilidades por ventas generadas de la realidad virtual superaran los 8 mil millones de dólares para 2023, sin embargo, el 2018 fue un año fatal en cuanto a ventas pues el desarrollo de contenido dejó a un lado los smartphones lo que ocasionó que la confianza del usuario de cualquier organización se viera afectada de forma negativa. Además, el informe pronostica que para el 2023 existirán por lo menos 100 millones de piezas que funcionen con realidad virtual y que para llegar a ese

número será necesario crear contenido de consumo móvil y de bajo costo para ir enganchando a nuevos usuarios, pues para esta fecha más del 50% de las utilidades en juegos de realidad virtual serán provenientes de estos dispositivos (figura 3), aunque por cada usuario, los ingresos serán más bajos y al no poder monetizar el contenido por medio de publicidad con el fin de no intervenir en la experiencia entonces se debe implementar las compras directamente desde la aplicación para no dejar un hueco por donde salgan las utilidades. El informe de Juniper afirma que el año 2023 será el cual las ventas de software, aplicación o contenido superarán a las de Hardware.

*Figura SEQ Figura \\* ARABIC 3. Utilidades por realidad virtual en el 2030 según barker*



fuelle:

Elaboración propia

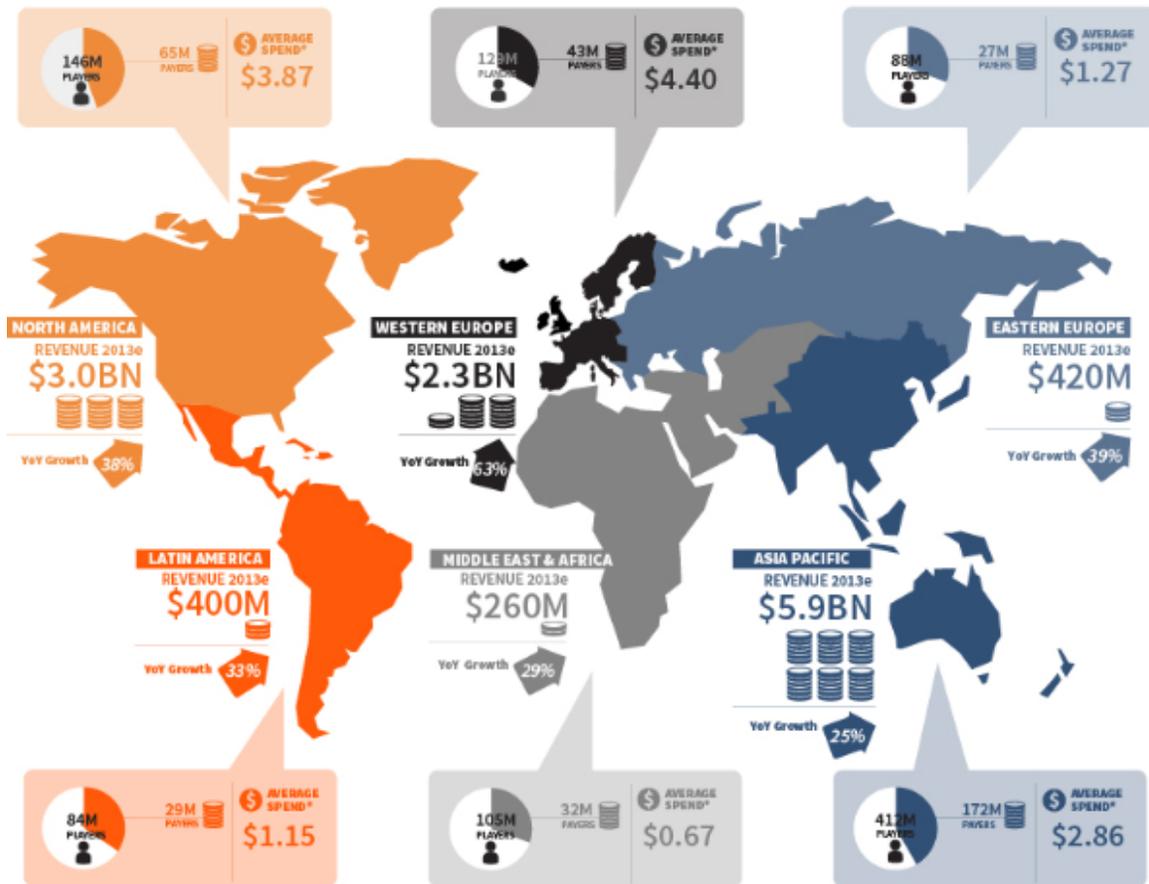
## 5.6. Oportunidades de la realidad virtual en el mercado

La realidad virtual da paso a grandes oportunidades para los inversionistas, tomando el siguiente artículo que se titula “A Virtual Reality: A Virtual Goldmine for Investors” (Peasgood,

2014) nos habla sobre las proyecciones del mercado de la realidad virtual para los próximos años, teniendo como referencia la gran cantidad de dispositivos que se encuentran en desarrollo (Facebook Oculus, Samsung, Sony, HTC, entre otros).

Para ello, tomando en cuenta la aparición de juegos VR para los dispositivos mencionados y haciendo uso de la firma consultora Zero's, el mercado de la realidad virtual puede alcanzar los \$7 billones de dólares en el 2018 con oportunidades de crecimiento. Las expectativas para los ingresos solo por venta de dispositivos son de \$2.3 billones de dólares para el 2018. Uno de los dispositivos con mayor expectativa de crecimiento es el Samsung Gear VR, debido a que ha tomado iniciativa en el mercado de juegos para móviles y haciendo un estudio a 602 personas, comprobaron que el 10% de los encuestados han jugado un juego móvil mientras conducían, veían una película, entre otros ambientes. De igual manera, de 1.2 millones de jugadores a nivel mundial del 2013, se obtuvo que 966 millones (78%) de ellos habían jugado un juego de celular. Además, teniendo en cuenta las ganancias actuales de las tiendas para juegos para celulares, se espera que este dispositivo obtenga un gran posicionamiento (figura 4).

*Figura 4. Mapa Mundial De La Monetización Mensual De Videojuegos Móviles.*



fuelle: Thomas Sommer, The Global Mobile Games Market, AppLift, October 29, 2013.

## 6. Estado del arte

A continuación, se presenta una introducción al contexto del mundo de los videojuegos, haciendo énfasis en el desarrollo y la experiencia; así será más fácil entender la situación de la que se parte actualmente para abordar este tipo de proyectos. Además de hacer una comparativa entre las tecnologías que permiten el uso de la realidad virtual y finalmente profundizar en el

motor de desarrollo de Unity.

### **6.1. Historia de la realidad virtual**

Hacia 1935 el escritor Stanley G. Weinbaum, crea un relato en el cual se describe un sistema estructurado de realidad virtual por medio de un elemento llamado “gafas Pigmalión” las cuales contenían grabaciones holográficas, experiencias por medio del olor y el tacto. Esta fue la primera idea concebida de lo que ahora conocemos como realidad virtual, además, trataremos una línea del tiempo en una publicación hecha por timetoast (s.f).

#### **6.1.1. El teatro como pionero de la VR**

Para la década de los 50 el dramaturgo Morton Heilig construyó el “sensorama”, una herramienta creada para su obra “experiencia teatral” mediante la cual se podían estimular el oído, el olfato y el tacto al mismo tiempo que se observan cinco pequeñas películas. Heilig diez años más tarde patentó lo que se conoció como la “Mascara Teleférica” en la cual el espectador recibe imágenes a color y desde tres dimensiones con visión periférica, además de sonidos y aromas (samsung, 2017).

Figura 5. Teatro real, celebración del 200 aniversario de Samsung.

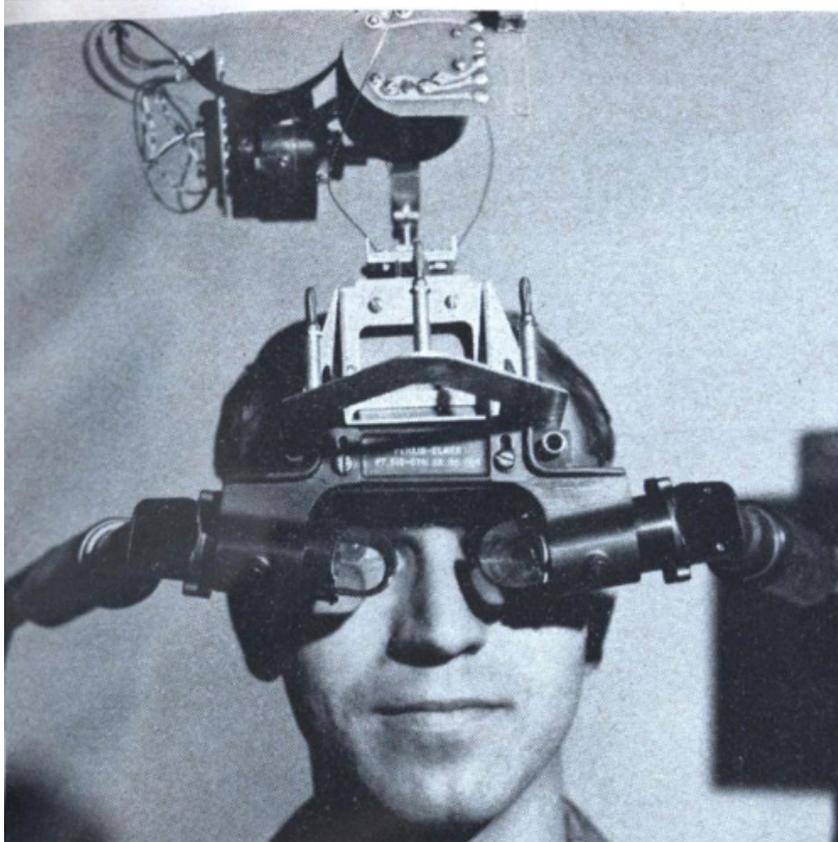


Fuente: (samsung, 2017)

### **6.1.2. Realidad Virtual desde los primeros cascos**

En 1968 la empresa Philco Corporation creó un visualizador para ser ajustado en la cabeza, conocido como “Headsight” y aunque era utilizado como entrenamiento militar permitía visualizar un sistema cerrado de TV. Ya para finales de la década de los sesenta, Ivan Sutherland creó lo que se conoció como el primer casco de realidad virtual, el “Head Mounted Display”(endziz, 2015), que, aunque era primitivo sirvió para inspirar a sus predecesores.

Figura 6. Visualizador por Philco Corporation.



### **6.1.3. Evolución del casco de VR**

SEGA anuncia el video juego arcade, en el cual se usaba una pantalla, auriculares y sensores de desplazamientos que reaccionan con los movimientos de cabeza del usuario. En 1991 Virtuality creó un sistema de realidad virtual a gran escala, el cual incluía un guante, con lo que se convirtió en la primera experiencia inmersiva en la realidad virtual.

### **6.1.4. Desarrollo tecnológico de la VR**

En sep., 2000 Google trajo para esta época el Google Street View el cual muestra una panorámica de lugares del planeta, ya sean ciudades o áreas rurales. En el año 2010 se creó el Oculus Rift conocido como uno de los mejores cascos de realidad virtual, diseñado por Palmer

Luckey. Más tarde en el año 2014 se anunció el proyecto Morpheus por parte de la compañía SONY, un casco de realidad virtual para la consola de PlayStation.

### 6.1.5. Realidad Virtual a gran escala

En la actualidad existen alrededor de 200 empresas que trabajan el diseño y creación de elementos relacionados con la realidad virtual. Se han mejorado los controles táctiles, las pantallas y el audio 3D. Para el 2016 se lanzó el primer sistema de realidad virtual basando su seguimiento en sensores, permitiendo el libre desplazamiento de los usuarios. En 2017 Sony anunció la creación cascos de realidad virtual para mejorar el libre desplazamiento del usuario, esta vez sin cables.

Figura 7. Tendencias De Realidad Virtual.



Fuente: (AllCityCanvas, 2019)

## 6.2. Tecnologías de Realidad Virtual

- **HTC VIVE COSMOS**

El sitio web de realidad virtual de HTC ([vive.com](http://vive.com)) afirma que las HTC VIVE COMOS contienen “seis sensores de cámara y las últimas optimizaciones de software

mejoran la precisión de seguimiento de adentro hacia afuera. Soporta un amplio campo de visión (FOV) y seis grados de libertad (6DoF) para una mayor libertad de movimiento” (HTC, 2020).

Figura 8. Gafas de Realidad Virtual VIVE COSMOS.



Fuente: (HTC, 2020)

- **STAR VR**

Una publicación reciente de mundos virtuales, dice que “las gafas de realidad virtual de Acer Star VR con resolución 5K (5120 x 1440 píxeles) en dos pantallas y un campo de visión de 210° son una apuesta diferente a los que estamos acostumbrados a ver, están enfocadas de momento a un entorno profesional y a parques de atracciones con IMAX”.

Figura 9. Gafas De Realidad Virtual De Acer StarVE.



Fuente: starvr.com

- **OCULUS RIFT**

El sitio web de oculus (oculus.com) dice que los dispositivos de oculus cuentan con un visor que permite al usuario la visualización en 360°. Además, cuenta con controles touch que ayudan a dar interacción entre los objetos dentro del mundo de VR y el usuario, consta con dos sensores infrarrojos que realizan un seguimiento al movimiento del usuario tanto si está de pie o sentado.

- **OCULUS QUEST**

Segundo modelo autónomo que forma parte del catálogo de oculus (oculus.com). Esto se debe a que en su cuerpo se encuentra todo lo necesario para funcionar de manera

independiente. Algunas de sus características son su pantalla OLED con resolución de 1440 x 1200 y consta con una memoria RAM de 4GB y un procesador Snapdragon 835.

- **Virtuix Omni VR**

El sitio web de virtuix ([virtuix.com](http://virtuix.com)) dice que su dispositivo omni VR nos facilita el movimiento dentro de la aplicación de realidad virtual, contamos con un sensor giroscopio para mirar en 360 grados, lo mejor sería contar con un dispositivo que nos permita mover el personaje. Este dispositivo nos permite hacer esto, cuenta con una cinta mecánica que registra los movimientos del usuario sin que se mueva del sitio.

Figura 10. Dispositivo Omni VR.



fuelle: [virtuix.com](http://virtuix.com)

- **Cardboard**

Las gafas de realidad virtual que a mediados del 2014 Google lanzó para marcar el hito en la industria de la realidad virtual (2020, 6 julio), una plataforma de interacción

en realidad aumentada que se compaginaba con unas gafas de cartón asequibles por solo 5 \$. Las google cardboard cuentan con tres características principales que son: un imán, unos lentes de resina y el caparazón de cartón. El imán permite la interacción con el móvil sin tener contacto con este (gracias a un anillo de neodimio situado en la cara externa del armazón). Los lentes de resina, por su parte, están conformados por un par para cada ojo y favorecen a crear un efecto lupa que se distribuye uniformemente a través de la franja de cartón que divide ambas lentes. Por último, el pliegue o armazón de cartón posee unas dimensiones estándar para poder introducir cualquier dispositivo que oscile entre las 4 y 6 pulgadas. Como es natural, estas no cuentan con una pantalla interna, sino que esta es sustituida por el propio móvil del usuario.

*Figura 11. Google Cardboard.*



Fuente: (2020, 6 julio)

- **PlayStation VR**

PlayStation VR tiene un panel OLED de 5,7 pulgadas, con una resolución de matriz de subpíxeles RGB de 1080p, o  $960 \times 1080 \times \text{RGB}$  por cada ojo. El visor también

tiene una caja de procesador que permite la salida de vídeo de la Pantalla Social a la televisión, así como procesar los efectos de sonido 3D, y utiliza un conector para auriculares de 3,5 mm. También cuenta con 9 LEDs de posición en su superficie para PlayStation Camera con el fin de rastrear el movimiento 360 grados de cabeza,<sup>58</sup> y se conecta a la plataforma PlayStation 4 mediante HDMI y USB (PlayStation, 2020).

Figura 12. Gráficos de PlayStation.



Fuente: (PlayStation, 2020)

- **HOMIDO VR**

Esta marca tiene sus orígenes a mediados del 2014. Ese mismo año, casualmente, Google lanzaba las icónicas Cardboard, cambiando para siempre el modo en que se

concebía el acceso a la VR. Esta compañía francesa colaboró estrechamente con el gigante californiano para el desarrollo de la WWGC. Fruto de este trabajo, paralelamente desarrollaron sus propias gafas que se comercializaban bajo el lema “French Tech”. En la actualidad, se pueden encontrar una decena de modelos disponibles que se complementan con accesorios que ayudan a incrementar la interacción en el ambiente virtual.

Figura 13. Cardboard De HOMIDO VR.



fuelle: homido.com

### 6.3. Aplicaciones, usos o campos de acción de la realidad virtual

Los usos y aplicaciones de la realidad virtual más comunes son: Entretenimiento (videojuegos, cine 3D y 4D, aplicaciones etc.) y diseño asistido por computador (CAD).

- Aplicaciones educativas para la enseñanza específicas de un área determinada.
- Creación de ambientes virtuales (tiendas, zoológicos, museos, bibliotecas).

- Medicina educativa, para simular operaciones y simulación del funcionamiento del cuerpo humano. Tal es el caso de Anatomy 4D. Anatomy 4D visualiza estructuras óseas detalladas y sistemas de órganos cuando el dispositivo está apuntando a plantillas especiales descargadas. A través de esta aplicación gratuita y una simple imagen impresa, Anatomy 4D transporta a estudiantes, profesores, profesionales médicos y cualquier persona que quiera aprender sobre el cuerpo, a una experiencia 4D interactiva de la anatomía humana.
- Simulaciones de vuelos, navegación, conducción o en algunos casos para prácticas de simulación de prevención de caídas. El simulador de prevención de caídas en altura permite a los operarios mejorar la percepción sobre la detección de riesgos y una mayor concienciación sobre las consecuencias de las mismas. Este simulador ofrece pautas para la identificación y manejo de equipos, instalaciones y dispositivos de seguridad para trabajar en altura.  
  
La simulación proporciona un entorno seguro para la práctica en la toma de decisiones a la hora de atender estos riesgos y para diseñar el sistema de trabajo, identificar medios de acceso seguro, o usar equipos de protección personal (Realidad Virtual para la Prevención de Riesgos Laborales, s. f.).
- Entrenamiento militar, ya sea de fuerza aérea o fuerzas de combate táctico, La guerra y los videojuegos parecen confluir y se difumina la línea divisoria entre realidad y ficción en el campo de batalla dejando a la población civil en el escrutinio de efectos colaterales Los nuevos cascos de realidad virtual suponen un gran avance que seguramente será impulsado por aplicaciones militares en el interior de tanques, aviones y barcos. La realidad virtual sumada a los grandes

avances en robótica militar nos acerca a lo que la ciencia ficción nos ha relatado durante décadas, habrá que ver hasta donde los políticos permiten que se convierta esto en un verdadero peligro para los ciudadanos (mundos virtuales, 2020).

#### 6.4. Juegos de laberinto en Realidad Virtual

- **Chomp vr**

Es un juego al estilo del histórico pacman desarrollado en unity. “¿Alguna vez has querido jugar un poco más cerca de la acción? En Chomp VR eres pac-man. ¡Muerde tokens, cerezas, tokens rojos y luego come también algunos fantasmas! Esta aplicación es una gran experiencia que les dará nostalgia a casi todos.” (SmartTheater VR, s. f.).

Figura 14. Chomp vr.



fuelle: (SmartTheater VR, s. f.).

- **Maze VR**

Es un producto estilo laberinto para usar en conjunto con juegos de realidad virtual desarrollado en conjunto con *Ubisoft*. “Una experiencia de usuario

increíble: la combinación del mundo físico con uno virtual crea una experiencia completamente inmersiva para los participantes. Una biblioteca de contenido en expansión que incluye IP conocidas como Rabbids y Assassin 's Creed.” (ubisoft, s. f.).

Figura 15. Laberinto Maze VR.



Fuente: (ubisoft, s. f.).

- **Huida del laberinto VR**

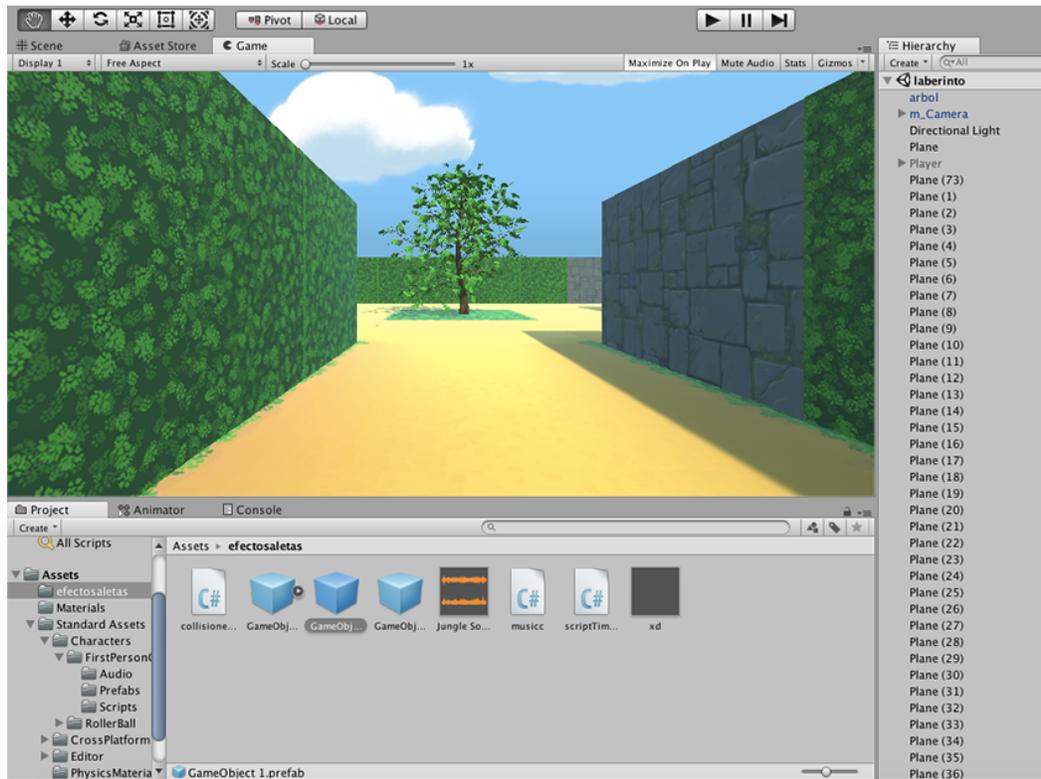
Es una propuesta de videojuego hecha por estudiantes de la universidad abierta de cataluña que en su descripción dice *“Esta práctica es un juego en 3D en primera persona, donde tendremos como objetivo huir de un laberinto en el que estamos atrapados. Para poder conseguirlo, tendremos la ayuda de un visor que nos posicionará dentro del mismo laberinto y el cual podremos ver desde un plano cenital”* y que fue diseñado para poder ser jugado en unas gafas de realidad

virtual *Oculus Rift* o simplemente en unas *Google Cardboard*, además de ser desarrollado en javascript y ejecutado en html (Marinez, 2016).

- **Laberinto del tesoro VR**

Es un videojuego en realidad virtual desarrollado y propuesto por estudiantes de la universidad de los andes, donde la idea fue “*sacada del clásico videojuego Crash Bandicoot específicamente del nivel jungle rollers*” y describen el proyecto como “*un videojuego de realidad virtual que busca generar inmersión en un mundo de selva en el cual el jugador deberá resolver el laberinto en el menor tiempo posible. Para esto el juego cuenta con una cuenta progresiva que medirá los tiempos de los jugadores. Para poder jugar este videojuego, es necesario tener un control conectable al celular y unas Google cardboard glasses o unas gafas de realidad virtual y para mejorar la experiencia preferiblemente tener conectados unos audífonos*” (Hernandez & Avellaneda, 2020).

Figura 16. Modelado 3D, laberinto del tesoro VR.



Fuente: (Hernández & Avellaneda, 2020)

## 7. Marco Conceptual

### 7.1. Realidad Virtual

Se puede llamar realidad virtual a aquel tipo de representaciones generadas digitalmente que pretenden producir el mismo tipo de efectos perceptivos que los objetos sensibles de la realidad física de la vida cotidiana y que reacciona ante la acción del hombre de forma semejante a como lo hace esa realidad. Esta restricción terminológica y conceptual afecta a dos aspectos que consideramos fundamentales. La primera de ellas es para nosotros la más importante porque es la que nos permite ese descentramiento de la reflexión filosófica al que antes hemos aludido. La “realidad virtual” no se opone a la “realidad física” de los objetos que nos rodean en la vida cotidiana. La “realidad virtual” es una “representación”. En términos coloquiales, que más adelante tendremos que precisar, la “realidad virtual” es básicamente, una imagen. Desde este

punto de vista, de establecerse alguna oposición, esta sería la que cabe establecer entre la “representación” y “lo representado” (castañares, 2011, pp. 1–3).

## **7.2. Tipos de realidad virtual**

### **Realidad Inmersiva**

Es donde el usuario tiene la sensación de estar explorando un mundo virtual, utilizando diferentes accesorios como lo son guantes, gafas, cascos y traje especial los cuales son los principales elementos para que el usuario pueda transportarse a diferentes mundos (Grupo AudioVisual, 2019).

### **Realidad Semi Inmersiva**

Los sistemas semi-inmersivos o inmersivos de proyección se diferencian en cuatro (4) pantallas en forma de cubo, de las cuales tres de ellas abarcan las paredes y la otra el piso, el usuario debe utilizar lentes y un dispositivo en la cabeza de tal manera que al moverse proyecte y se visualice en una computadora.

## **7.3. Motores de videojuegos**

El término motor de juego hace referencia a una serie de instrucciones de programación que permiten una secuencia de diseño, creación y presentación de un videojuego. Su principal función es establecer las características que posibiliten la construcción de un juego de video, entre las que encontramos un motor de renderizado para gráficos en 2 o 3 dimensiones, un motor para la detección de colisiones físicas de objetos y las respuestas a este, administración de memoria y un escenario gráfico (Palazuelos, 2015).

### **7.3.1. Motor de juegos Unity 3D**

Uno de los motores de videojuegos más versátiles, manejables y asequibles al público es Unity 3D. Esta plataforma de desarrollo de videojuegos y aplicaciones interactivas

multiplataforma en 2D y 3D fue creada en el año 2005 por la compañía estadounidense Unity Technologies 13. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Windows, OS X y Linux. Esta herramienta permite la creación de videojuegos y aplicaciones para las consolas Xbox 360 y One, PlayStation 3, 4 y Vita, Nintendo Wii y Wii U, iPad, iPhone, Android, Windows Phone, entre otras.

Gracias a este soporte multiplataforma y al plugin web de Unity, es posible la creación de videojuegos de navegador (que puede ejecutarse mediante un navegador web) tanto para Windows como para Mac. A continuación, se nombran la variedad de plataformas que soporta Unity 3D. Soporte para creación de juegos para dispositivos móviles. Actualmente disponible como plataforma para desarrollo para Android, iOS, Windows Phone y Tizen.<sup>14</sup> Unity 3D permite crear juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360 y One, PlayStation 3, 4 y Vita, Wii, Wii U. Soporte para la creación de juegos de escritorio compatibles con Windows, Mac y Linux. Plataforma para desarrollo de realidad virtual y realidad aumentada. En la actualidad existe soporte para Oculus Rift, Gear VR y PlayStation VR, pero se añaden más plataformas constantemente. Con la implementación del plugin Unity Web Player, Unity 3D permite desarrollar juegos en 3D y llevarlos a la web (Moddb, 2005).

#### **7.4. Laberinto**

Según el diccionario de la real academia española (DRAE) un laberinto es *“lugar formado artificialmente por calles y encrucijadas, para confundir a quien se adentre en él, de modo que no pueda acertar con la salida”*

#### **7.5. Sistemas de localización y seguimiento**

Los sistemas de localización y seguimiento miden posición y orientación. A partir de la posición y orientación de la cabeza del participante, la computadora puede determinar el modo

de visualizar el mundo virtual de manera que asemeje que el participante se encuentra dentro de él, al contrario de lo que ocurre al ver la televisión. Cuando se da vuelta a la cabeza, el localizador-seguidor del casco percibe el cambio de posición y la computadora ajusta la visualización consecuentemente (Fenner, 2019).

## **8. Marco Teórico**

### **8.1. Desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual**

A la hora de hacer una aplicación de realidad virtual debemos de tener en cuenta 2 aspectos muy importantes que son: el dispositivo de visualización, en este caso serían las gafas de realidad virtual que darán el efecto de que la pantalla abarca todo el rango visual de la persona, y el dispositivo de reproducción, como un ordenador, una consola o un smartphone que produce una imagen por ojo generando así un efecto 3D, claro está que existen casos en los que estos 2 aspectos conforman un solo ente como ya lo hemos explicado en anteriores apartados. Otro aspecto no menos relevante es tener sólidos conocimientos en programación, experiencia de usuario y donde se desenvolverá el producto final que hagamos, recordemos que el usuario se tapa los ojos con las gafas de realidad virtual.

“La tecnología de realidad virtual (RV) es diferente a los medios convencionales como la televisión, la radio y los juegos informáticos tanto en lo que a las condiciones tecnológicas se refiere como a las condiciones de la experiencia que la tecnología puede inducir en los usuarios” (Europea, 2007).

A principios de este año, el mayor operador de parques acuáticos del interior de Estados Unidos, Kalahari Resorts and Conventions, agregó una experiencia de RV llamada **Arena** al buque insignia de Wisconsin Dells y a su ubicación en las montañas Pocono de

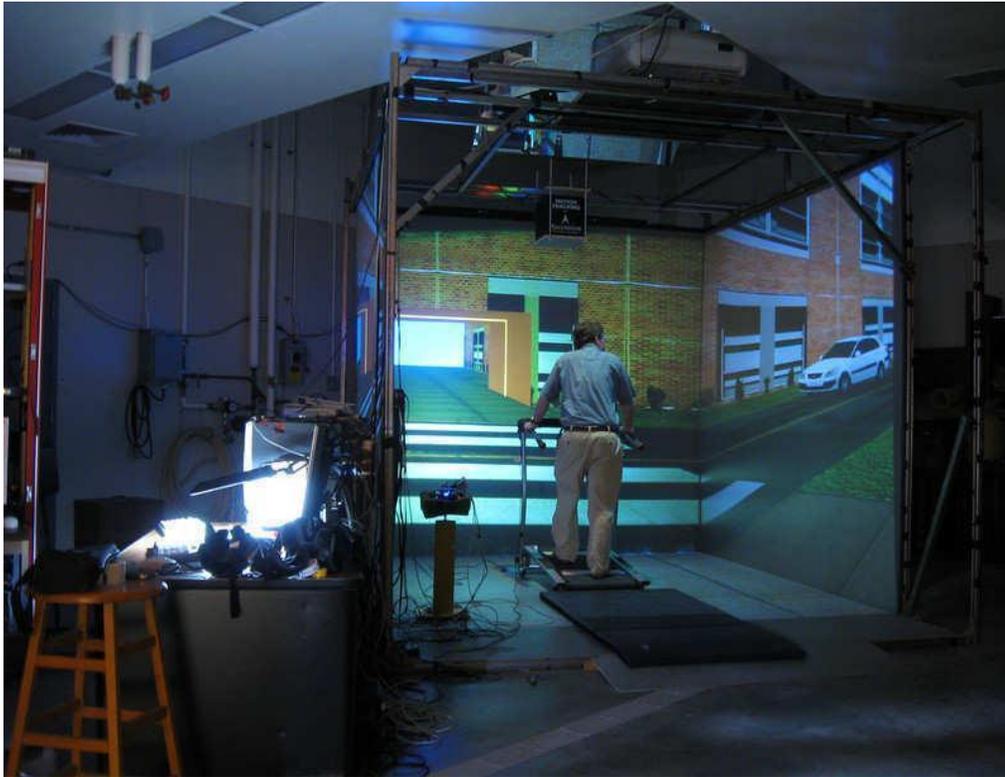
Pensilvania. **Utilizando la tecnología RV** pionera del seguimiento de movimiento de Zero Latency, con sede en Melbourne, Australia; Arena que abarca más de 2,200 pies cuadrados, representa la primera experiencia de realidad virtual en el mercado de escala libre, roaming y multijugador en el mercado (GrupoMap, 2019).

## **8.2. Problemas médicos asociados a la Realidad Virtual**

Los lineamientos de seguridad que nos sugieren los fabricantes de gafas de realidad virtual a tener en cuenta al momento de usarlas nos dejan en claro que hacerlo sin estar en compañía de alguien o en lugares que limiten nuestros movimientos puede ser algo riesgoso. Sin embargo, una publicación de una revista científica afirma que no solo serían problemas con obstáculos tangibles sino también complicaciones visuales pues desde 1957 se realizaron los primeros estudios sobre la incidencia en la salud por el uso de esta tecnología con los simuladores de vuelo de helicópteros en el que los pilotos registraban mareos, desequilibrio, náuseas y fatiga visual que eran soportables pero en algunos casos duraban hasta más de 24 horas después del ejercicio de realidad virtual cuando era un uso prolongado, ya que en él muestran que “el 25% de los participantes en la RV inmersiva informaban de esos trastornos, cuyo efecto duró una hora después de la exposición, incluso el 8% de los participantes tuvieron los efectos más de 6 horas”. Hay referentes a este tema que llaman a estos efectos secundarios como ciber-molestias de los que explican que se confunde al cerebro pues esta tecnología separa la integración sensorial y espacial, ya que el usuario al estar usando gafas de realidad virtual recibe estas señales de movimiento estando quieto y ocurren estas molestias cuando el cerebro intentar adaptarse rápidamente. Sin embargo, los efectos secundarios no solo son en gafas sino también en sistemas más sofisticados como es el caso de un entorno virtual CAVE (figura 19), en el que se hicieron estudios de un aterrizaje donde la inmersión era recreada con nubes durante el

mismo, lo que obligaba a los pilotos a usar “más memoria háptica” debido a que se reducía el campo de visión y generaba mucho estrés al usuario, debido a esto varios pilotos no completaron el experimento para el estudio (2013).

Figura 17. Cave Automatic Virtual Environment, Simulador Instituto De Illinois.



Fuente: (beckman institute, s. f.)

En el caso de los videojuegos de realidad virtual, de igual forma se han hecho estudios sobre la adaptación para superar las ciber-molestias de personas que consumen esta tecnología, en éste estudio, los usuarios jugaban un videojuego de conducción durante 20 minutos todos los días durante una semana y afirmaron que los efectos de fatiga ocular, mareos o náuseas se iban volviendo casi nulos al momento de continuar diariamente con las secciones experimentales, por lo que el estudio se basó primordialmente en la secuencia de exposiciones a la realidad virtual mas no en el tiempo (2008).

### **8.3. Latencia en Realidad Virtual**

Actualmente la tecnología desarrollada no es suficiente para soportar una fluidez de realidad virtual sin causar efectos secundarios, pues la latencia es quizás el factor principal para que las personas no experimenten ciber-molestias, ya que un dispositivo de inmersión como las

gafas de realidad virtual no registran los movimientos al instante que los ejecuta la persona que esté usando las gafas, (teóricamente se necesitaría menos de 5 milisegundos para que los usuarios no noten el delay), lo que es uno de los factores para causar ciber-molestias (2008). Además, según una publicación hecha por el sitio web Lanner, que es una empresa que fabrica hardware para las redes de comunicación, si hablamos de reproducir un video de realidad virtual de 360° con baja calidad y hacerlo por internet, se necesitaría al menos una conexión estable de 30 Mbps y ni hablar de hacer streams en 4k en esta tecnología pues se necesitaría hasta 1 Gbps de navegación, en caso de la conexión no ser estable se estropearía la inmersión en todo aspecto (Piedra, 2019).

#### **8.4. Campo Visual para VR**

El campo de visión, por sus siglas en inglés Field of View (FOV) o la extensión del entorno observable en un momento dado, es uno de los aspectos más importantes de la realidad virtual. Cuanto más amplio sea el campo de visión, más probable es que el usuario se sienta inmerso en la experiencia. Hay dos tipos de FOV que trabajan juntos para formar la visión humana. El campo de visión monocular describe el campo de visión de uno de nuestros ojos. Para un ojo sano, el FOV monocular horizontal está entre 170 ° a 175 ° y consiste en el ángulo desde la pupila hacia la nariz. El FOV nasal que generalmente es de 60 ° a 65 ° y es más pequeño para las personas con narices más grandes, y vista desde nuestra pupila hacia el costado de nuestra cabeza, el campo de visión temporal, que es más ancho, generalmente de 100 ° a 110 °(J. 2019).

#### **8.5. Resolución y Ratio de Pantalla para VR**

La resolución en realidad virtual es diferente a la resolución de pantallas comunes pues se tiene que dividir el lado más largo de la pantalla entre 2, ya que la mitad se dedica a un ojo y la

otra mitad al otro, es decir, en el caso de gafas de realidad virtual como oculus rift (oculus.com.) o HTC vive donde la resolución máxima es de 2160 x 1200 píxeles resultaría 1080 x 1200 píxeles, lo que en otras palabras significa que los juegos corren a una resolución aproximada de 720p (vive.com) .

La tasa de refresco de la realidad virtual es un tema bastante importante, pues si un dispositivo de realidad virtual tiene bajos Hertz es cuando comienza a surgir más rápidamente las ciber-molestias, debido a que las imágenes mostradas por segundo tienen gran correlación con la fluidez que vemos en el mundo real (2008), de esta manera, un dispositivo de realidad virtual como son las PlayStation VR ofrece tasas de refresco hasta de 120 Hz mientras que las HTC vive pro o Oculus rift funcionan a 90 Hz.

## **9. Metodología**

### **9.1. Comparación y selección de tecnologías**

El proceso de selección de tecnologías cubre, una investigación básica y análisis de características de las tecnologías mejor posicionadas en el mercado y además teniendo en cuenta la accesibilidad que podemos tener para el desarrollo del proyecto.

Las tecnologías seleccionadas para realizar el cuadro comparativo fueron Oculus rift, Oculus Quest, HTC Vive y Steam VR. La comparación se presenta en la tabla 1.

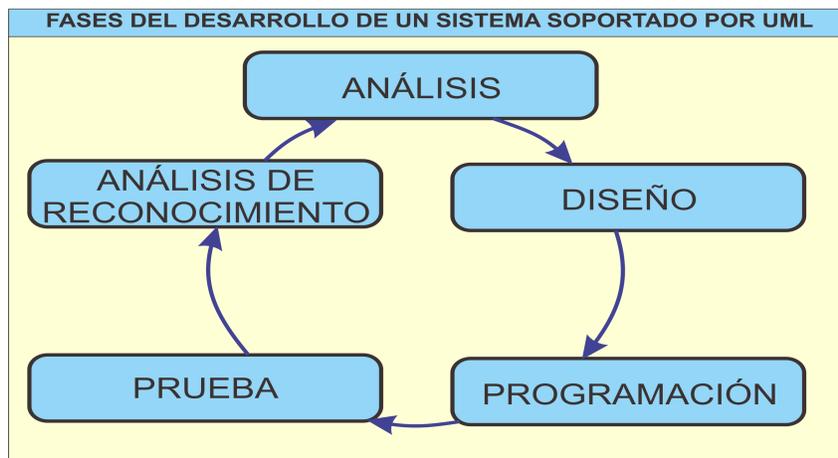
### **9.2. Diseño y desarrollo**

Para el proceso de diseño y desarrollo usaremos el método de Larman, basado en UML. Decidimos usar este método porque en el Larman plantea un modelo de ciclo de vida iterativo e incremental lo que es bastante apropiado al momento de desarrollar entornos virtuales.

Para diseño y desarrollo el proceso que se seguirá será el siguiente:

- Especificación de requisitos
- Casos de uso de alto nivel
- Diseño
  - Diseño 3D
  - Diagramas de clase
  - Arquitectura del sistema
- Diagramas de estado

Figura 18. Fases de Desarrollo De Un Sistema Soportado Por UML.



### 10. Desarrollo de la metodología

Tabla 1. Cuadro comparativo de precios en el mercado

	Oculus Rift	Oculus Quest	HTC Vive	Pimax 4K	Google Cardboards
Precio	\$ 2.263.297	2.849.900	\$ 3.018.989	\$ 1.416.922	\$ 191.144
Campo de visión	110°	110°	110°	110°	110°
Radio de refresco	90Hz	90Hz	90Hz	90Hz	90Hz

Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo del cuadro comparativo se tuvieron en cuenta las principales características que marcan el mercado de estas tecnologías, el tamaño del visor, la cantidad de controladores, peso, juegos compatibles entre otros, también se realizó una comparativa entre su compatibilidad con el motor de juegos de unity 3D que se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Comparativa de soporte para unity 3D

Compatible y accesible	Oculus Rift	Oculus Quest	HTC Vive	Steam VR	Google Cardboard
Unity 3D	SI	SI	SI	SI	SI
Accesible	SI	NO	NO	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

### 10.1. Especificación de requisitos

El diseño es una experiencia de juego basado en un sistema de laberintos que el usuario tendrá que completar, haciendo uso de las habilidades de algunos personajes que podrá encontrar en el menú principal del juego. La experiencia será un poco desenfrenada en algunos momentos específicos del nivel, dado que podrá encontrar algunos enemigos que deberá evitar, esto hará que el usuario no sea precipitado en el camino a tomar.

No se hará uso de un mando para el control del personaje, este tendrá un movimiento autónomo, donde el usuario deberá darle dirección haciendo uso de los sensores de los dispositivos de realidad virtual seleccionados

### 10.2. Casos de Uso de alto nivel

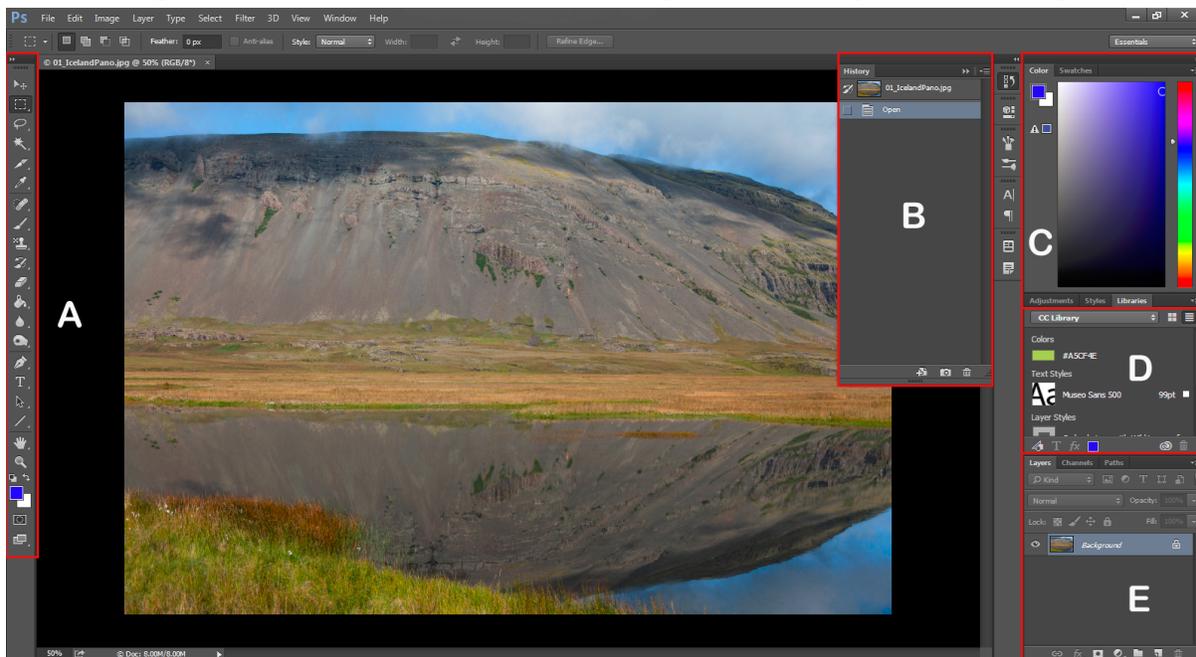
El método de Larman (2000) está dirigido a casos de uso, para el desarrollo de nuestra experiencia los casos de uso estarán presentes desde que el usuario elige un personaje hasta que se dé por terminada la secuencia de laberintos en el caso de que el usuario haya elegido el modo

aleatorio o finalice por completo un laberinto en cualquier caso, UML también tiene un enfoque en los diagramas de casos de uso. Se expondrán los casos de uso de la que darán lugar al participar en la experiencia de superación de laberintos.

### 10.3. Diseño

- Para la realización del diseño se implementará el uso de blender para para los modelos de los avatares y objetos de los laberintos, los escenarios de laberintos serán desarrollados en el mismo unity 3D, las texturas y acabados serán editadas en Photoshop.

Figura 19. Un Primer Acercamiento Al Espacio De Trabajo De Photoshop.



Fuente: (Adobe Photoshop, 2019)

- **Diagramas de clases**

Tras tener los requerimientos y haber creado los casos de uso podemos extraer los atributos de los diagramas de clase. Los diagramas de clase serán esenciales para la fase de diseño, en ellos se mostrarán a detalle la relación entre el avatar y sus acciones.

- **Arquitectura del sistema**

Tabla 3. Características y Arquitectura del Sistema de la experiencia

Característica	Descripción
Sistema de cruce de laberintos	El usuario podrá disfrutar de una experiencia, en la que deberá darlo todo por salir del laberinto en el cual se encuentra atrapado
Movimiento simple	El usuario no tendrá que efectuar movimientos demasiado bruscos para que no se vea afectado por nauseas
Selección de avatar	El usuario tiene la oportunidad de elegir entre algunos corredores para pasar el laberinto

- **Escenarios de juego:** La experiencia consta de una serie de laberintos que serán asignados al azar en cada partida que el usuario comience, el usuario podrá elegir entre un modo aleatorio de laberintos o pasarlos de forma específica cada uno

#### **Desarrollo de la experiencia**

Para el desarrollo de la experiencia de han establecido 3 fases:

- **Montaje:** En esta etapa se da inicio las pruebas de funcionalidad del motor de juegos en este caso Unity 3D.
- **Animación:** En este punto se realizará un proceso de animación de los avatares y objetos que los requieran, este proceso se realizará mediante scripting de animación en unity 3D.

- **Diseño de interfaces:** En esta fase se realizan los diseños de menús, Alertas, etc... Junto a la fase de programación, es una la planeación y ejecución exitosa, dado que por medio comienza la inmersión del usuario.

## 11. Resultados

Tabla 4. Resultados Esperados

Objetivo	Resultado	Entregable
Seleccionar las tecnologías de Realidad Virtual a utilizar en la implementación del prototipo mediante un cuadro comparativo	- Cuadro comparativo entre las tecnologías. - Selección de la tecnología óptima para desarrollar el proyecto.	Cuadro comparativo en formato PDF. Ver anexo 1.
Diseñar la experiencia de combate cuerpo a cuerpo en Realidad Virtual, por medio de la redacción de en un documento de diseño.	Documento de diseño de la experiencia diseñada.	Documento de diseño en formato PDF. Ver anexo 2.
Programar un prototipo funcional de la experiencia diseñada, utilizando la tecnología de realidad virtual seleccionada y el motor de desarrollo Unity 3D.	Ejecutable del prototipo funcional de la experiencia juego con laberintos.	Aplicación móvil Ver anexo 3.



**13. Presupuesto**

Tabla 5. Presupuesto global.

Rubros	Fuentes		Total
	UNAB	Otra	
Personal			\$ 17.024.000
Equipos y Software			\$ 440.000
Viajes			
Materiales, Suministros y Bibliografía			
<b>Total</b>			<b>\$ 17.464.000</b>

Tabla 6. Gastos de Personal.

Investigador	Formación académica	Función dentro del proyecto	Dedicación (horas semana)	Duración( semanas)	RECURSOS		Total
					UNAB	Otra	
Jakson Leal	Estudiante Ing. Sistemas	Programador	20	16			\$ 8.000.000
Jose Castillo	Estudiante Ing. Sistemas	Programador	20	16			\$ 8.000.000
Nitae Uribe	Ing. Sistemas	Director del proyecto	2	16	X		\$ 1.024.000
<b>TOTAL</b>							<b>\$ 17.024.000</b>

Tabla 7. Descripción y Cuantificación De Los Equipos y Software De Uso.

Equipos-Software	Cantidad	Valor Unitario (meses)	UNAB	Total
Computador Portátil	2	\$220.000 (6)		\$ 440.000
Total				\$ 440.000

Tabla 8. Materiales, Suministros y Bibliografía.

Materiales	Justificación	Cantidad	UNAB	Otras	Total
Bibliografía	Consultas de información, bases de datos disponibles UNAB		X		0
Total					0

Nota: El costo corre por cuenta de la universidad

#### 14. Conclusiones

- El uso de git nos ayudó en todo el transcurso de la elaboración del video juego al manejar un solo proyecto entre dos personas lo que nos facilitó la codificación, además de tener una copia de seguridad, decidimos profundizar sobre el uso esta herramienta como base para próximos proyectos.
- La selección de la generación procedural como parte de la codificación fue clave en la construcción de los laberintos pues buscábamos generar experiencias diferentes a los jugadores que no dependieran de una actualización de la aplicación para agregar más tipos de laberintos.
- La realidad virtual es un campo muy conocido por el sector gamer, sin embargo, tiene muchos avances o aplicaciones en el sector salud, empresarial, educativo, entre otros, pues se simulan y ajustan situaciones de la vida para prepararse ante ellas, por lo que hay gran mercado allí.
- Es importante mejorar la interacción entre el videojuego y el jugador estimulando su interés con sonidos y/o colores en las escenas del juego que indiquen su avance con la inclusión de temáticas y brindar más experiencias para que el jugador no se aburra.
- Es necesario habilitar un opción de introducción al videojuego que muestre información de cada objeto que verá en la escena del juego, cómo funcionan las recompensas y penalidades y cómo se maneja el sistema de puntos al finalizar cada juego.

## 15. Experiencia de desarrollo

Lo primero que tuvimos que hacer cuando decidimos hacer un laberinto en VR era buscar sobre estrategias que nos ayudarán a hacer laberintos “infinitos” o que generan tipos diferentes cada vez que se iniciaba. En la búsqueda de modelos de algoritmos encontramos muchos como “Division Algorithm”, “Prim's Algorithm”, “Eller's Algorithm” entre otros, pero al final nos decidimos por “ Recursive Backtracking” pues este tipo de algoritmo nos arrojaba un laberinto que se adapta a lo que nosotros esperábamos ver al final del proyecto que era un lugar en el que se pudiera desenvolver el jugador sin entrada ni salida.

En teoría el algoritmo funciona al elegir un punto de partida en el campo, luego elegir al azar una pared en ese punto y hacer un pasaje a través de la celda adyacente, pero solo si la celda adyacente aún no ha sido visitada. Esta se convierte en la nueva celda actual, luego si se han visitado todas las celdas adyacentes, retroceda hasta la última celda que tenga paredes sin tallar y repita, y por último el algoritmo finaliza cuando el proceso ha retrocedido hasta el punto de partida (buck, 2010). Esta adaptación del modelo de algoritmo de recursive backtracking funciona sobre una matriz en el que al dar inicio al código este se ubica en una posición aleatoria o definida, la agrega a una pila y marca como visitada,

Figura 20. inicio del backtracking.

```
Celda iniciar = mallaCelda[Random.Range(0, configuracionLaberinto.ancho),  
                          Random.Range(0, configuracionLaberinto.alto)];  
iniciar.estaVisitado = true;  
iniciar.name = "N°" + aux;  
stackCelda.Push(iniciar);  
RecursiveBacktracking();
```

Fuente propia del autor

luego aleatoriamente escoge entre los cuatro puntos cardinales (NORTE, SUR, ESTE, OESTE) y verifica si la celda siguiente de ese punto cardinal está visitada y si no pues avanza a esa nueva

posición, vuelve agregar a la pila y la marca como visitada, de esta manera esta fase A del código se ejecuta hasta que se lleguen a los límites de la matriz o el código no encuentre celdas sin visitar alrededor de donde está en ese momento,

Figura 21. Verificación de puntos cardinales y límites de la matriz.

```
case puntosCardinalesCelda.NORTE:
    if (actualY < (configuracionLaberinto.alto - 1))
    {
        Celda siguiente = this.mallaCelda[actualX, actualY + 1];
        if (!siguiente.estaVisitado)
        {
            celdaActual.muroOculto(puntosCardinalesCelda.NORTE);
            siguiente.muroOculto(puntosCardinalesCelda.SUR);

            siguiente.estaVisitado = true;
            stackCelda.Push(siguiente);
            bandera = false;
            celdaActual.cambiarColorSuelo(colorSuelo);
            yield return new WaitForSeconds(duracionGeneracion);
            StartCoroutine(recursiveMaze());
            //Debug.Log("entro al norte");
        }
    }
    break;
```

Fuente Propia del autor

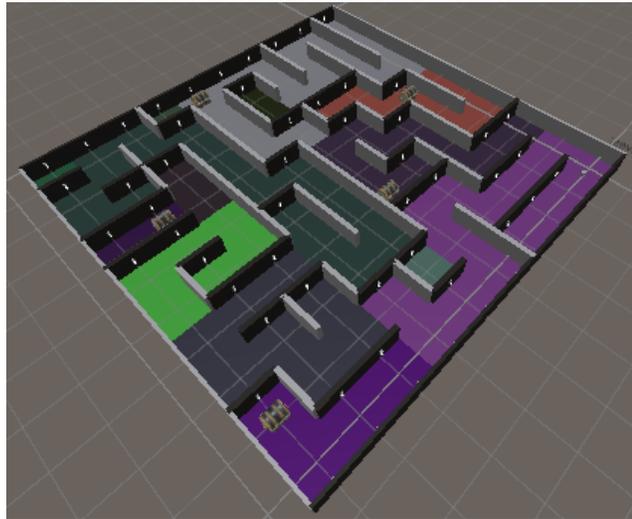
entonces el código saca una posición de la pila que es la fase B y vuelve a ejecutar la fase A, esta transición entre fases la representamos cambiando el color del suelo cada que se saca una posición de la pila.

Figura 22. Recursividad

```
celdaActual.cambiarColorSuelo(colorSuelo);  
if (bandera && this.stackCelda.Count > 0)  
{  
    this.stackCelda.Pop();  
    colorSuelo = Random.ColorHSV();  
    StartCoroutine(recursiveMaze());  
}
```

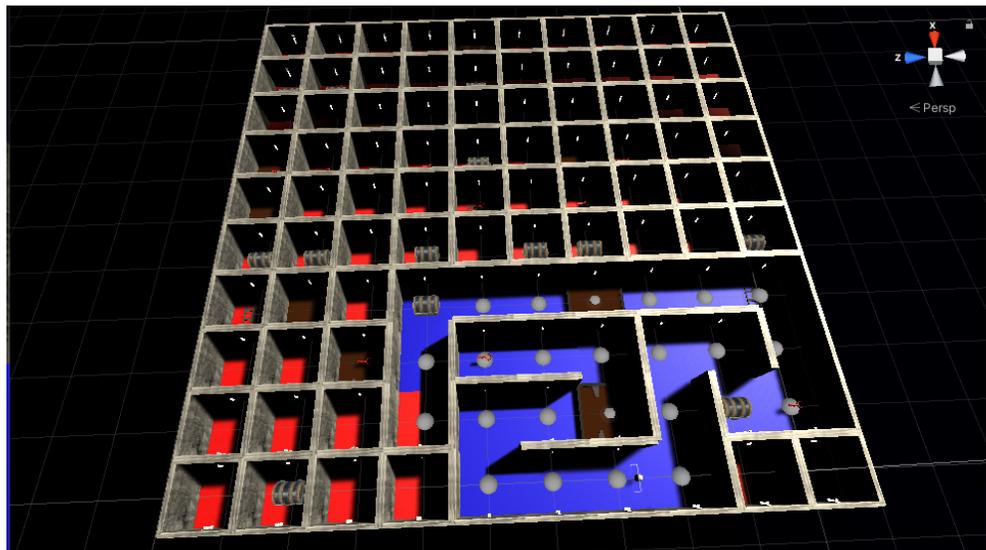
Fuente Propia del autor

Figura 23. Rastro del backtracking



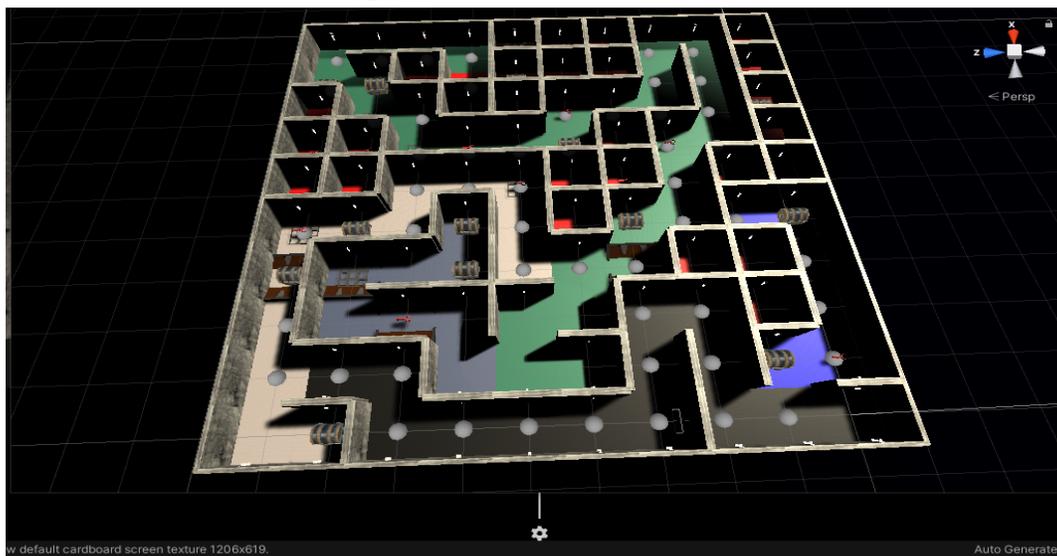
Fuente propia del autor

Figura 24. Inicio de la creación



Fuente: propia del autor

Figura 25. Cambiando de color



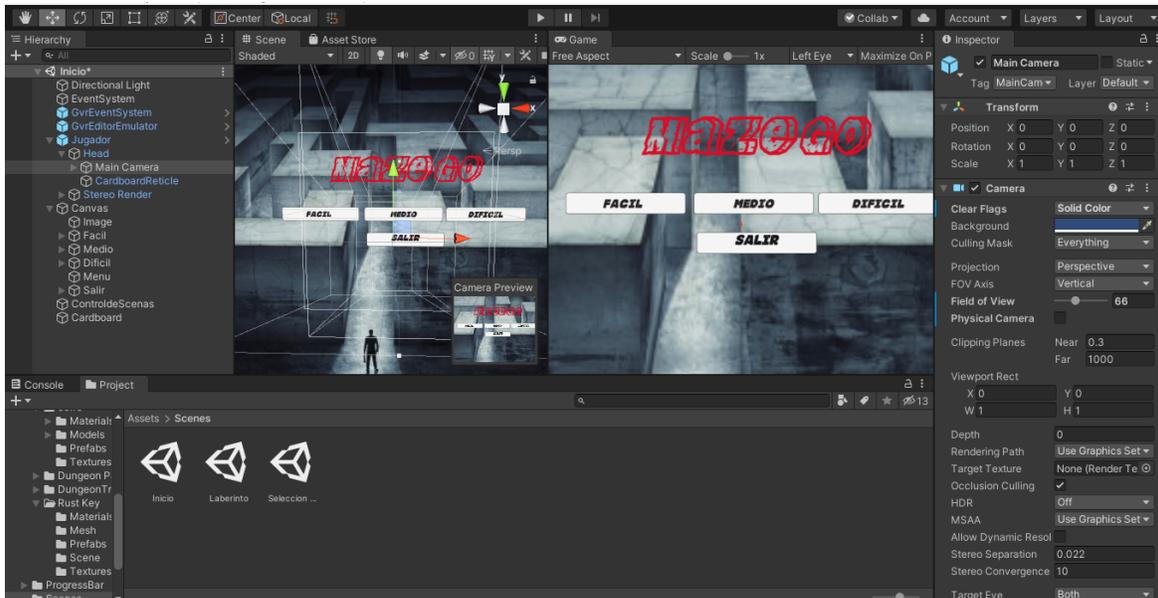
Fuente: propia del autor

### Creación la interfaz de usuario

La programación de la interfaz del usuario se llevo a cabo por medio botones flotantes los cuales funcionan con un temporizador para realizar las acciones cuando son apuntados con la cámara,

para esto se usaron los componentes de las SDK de cardboard GvrPhysicRaycaster y GvrGraphicRayCaster que se encargan de enviar rayos continuos hacia adelante hasta encontrarse con los botones en la escena.

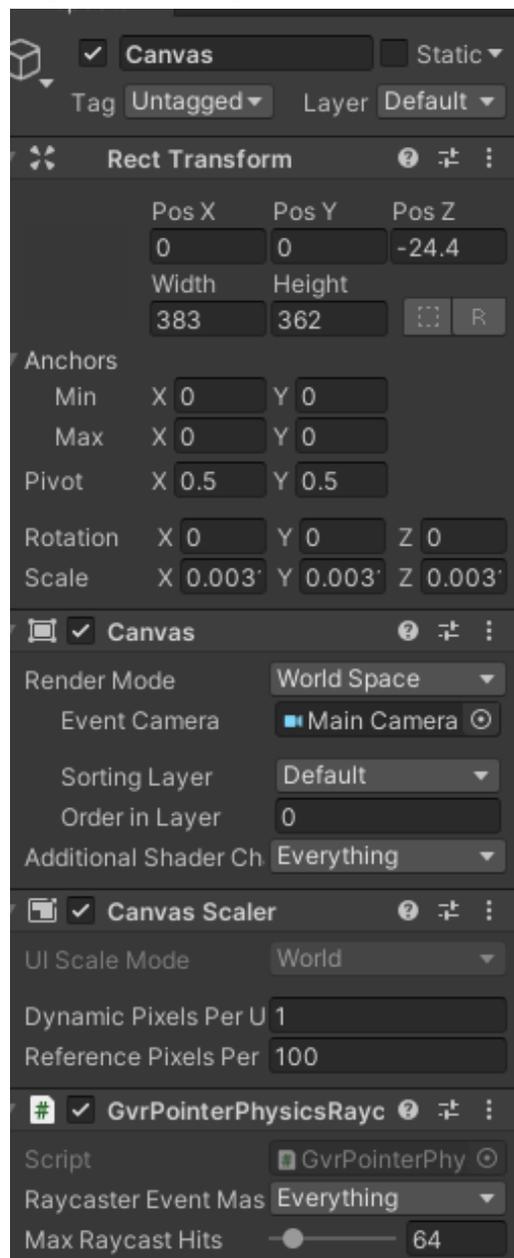
Figura 26. unity editor



Fuente propia del autor

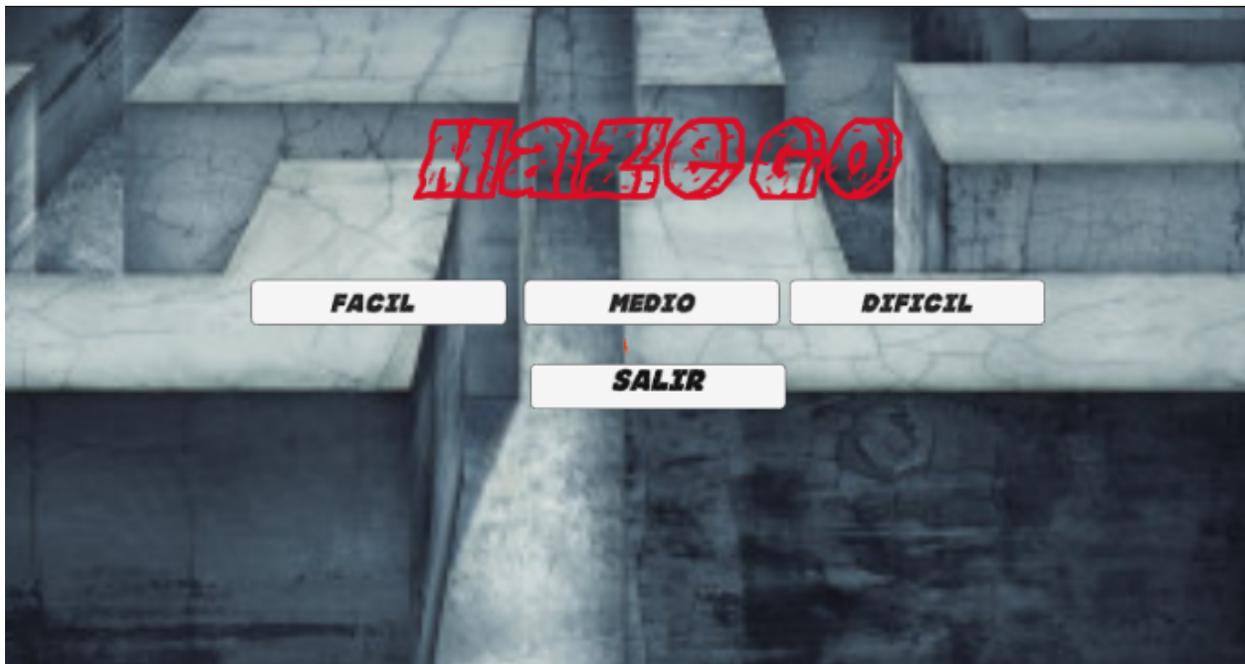
El canvas se estableció en modo de renderizado world space para obtener ángulo de todas las cámaras que actúan como visores para entrar modo 360° como se puede apreciar en la imagen

Figura 27. Configuraciones del Canvas



Fuente Propia de Autor

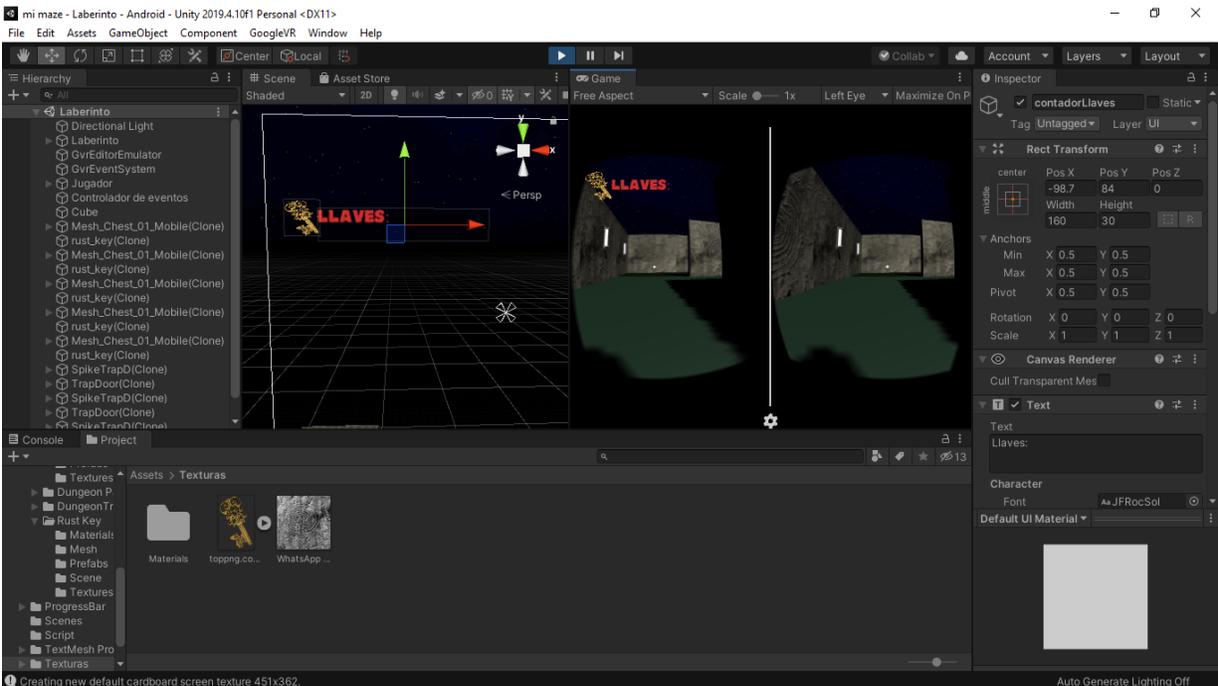
Figura 28. mazeGo pantalla de inicio



Fuente propia del autor

Los textos en Escena también forman parte de nuestra interfaz y se mezclaron tanto imágenes como textos a la hora de crearlos

Figura 29. textos en unity



Fuente propia del autor

### Controles de juego

Para el movimiento del personaje se optó por hacer que fuera de forma automática para darle al usuario una experiencia un poco diferente a la de los demás juegos que traen incorporado el uso de joystick, el sistema de movimiento automático se da por la inclinación de la cabeza hasta el ángulo establecido para, de esta forma el usuario puede tener un poco más estabilidad mientras realiza movimientos en su cabeza y le da una sensación de caminata un poco más real.

### 16. Trabajo futuro

Tuvimos en mente agregarle un personaje apoyado por inteligencia artificial de unity para no agregarle un temporizador pues este personaje estaría buscando al jugador dentro del laberinto para causarle daño o quitarle sus objetos llevados en el inventario y para contrarrestar eso

quisimos agregarle mas tokens que el jugador pudiera tomar como una pared de hielo para cuando tuviera el personaje a una distancia determinada se lanzará automáticamente o que el jugador pudiera lanzarla para que tuviera tiempo de huir del personaje, otros tokens que pensamos en poner eran unos que le dieran la oportunidad al jugador de traspasar paredes por 5 segundos, ver un minimapa por 10 segundos, desaparecer el personaje por 20 segundos y que volviera aparecer en la posición en la que desapareció, entre otros tokens en manera de beneficios del juego. Estuvo entre los planes ponerle 3 o 4 temáticas aleatorias a los laberintos como selvática, desértica y futurista, sin embargo, nos hubiera gustado tener más tiempo para agregar todos estos cambios y más cosas que hicieran una experiencia de juego interesante.

## **17. Referencias**

Howarth, Peter & Hodder, Simon. (2008). Characteristics of habituation to motion in a virtual environment. *Displays*, 29, 117-123.

Guerrero Cuevas, Belén, & Valero Aguayo, Luis (2013). Efectos secundarios tras el uso de realidad virtual inmersiva en un videojuego. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 13(2),163-178. ISSN: 1577-7057.

endziz. (2015, 19 abril). endzi-z. <https://endziz.wordpress.com/author/endziz/page/13/>

Larman, C. L. (Ed.). (2002). *UML y Patrones* (2.a ed., Vol. 2). Harlow, Reino Unido: Pearson Education.

<https://doi.org/http://fmonje.com/UTN/ADES%20-%20208/UML%20y%20Patrones%20%202da%20Edicion.pdf>

castañares, w. (2011). vista de la realidad virtual, mimesis y simulación (CIC Cuadernos de Información y Comunicación ed., Vol. 16). <https://doi.org/1135-7991>

Hernandez, J. (2018). La realidad virtual aplicada en el patrimonio cultural bogotano una nueva apuesta al futuro (2538-9743).

Barker, S. (2019). *Virtual Reality Markets: Innovation, Disruption & Future Prospects 2019-2023*. Recuperado de

[https://www.juniperresearch.com/researchstore/innovation-disruption/virtual-reality/subscription/innovation-disruption-future-prospects?utm\\_source=juniperpr&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=virtual\\_reality\\_16\\_pr1\\_juniperpr](https://www.juniperresearch.com/researchstore/innovation-disruption/virtual-reality/subscription/innovation-disruption-future-prospects?utm_source=juniperpr&utm_medium=email&utm_campaign=virtual_reality_16_pr1_juniperpr)

RecluiT. (RecruIT, 2019). ¿Cómo convertirse un desarrollador de Realidad Virtual?. Recuperado 15 marzo, 2020, de <https://www.recluit.com/como-convertirse-un-desarrollador-de-realidad-virtual/>

Burns, S. (2020, 2 enero). This is how Walmart uses virtual reality to hire new managers. Recuperado 16 marzo, 2020, de <https://www.forbes.com/sites/stephanieburns/2020/01/02/the-future-of-communicating-with-your-audience-is-here-and-its-vr/>

time toast. (s. f.). REALIDAD VIRTUAL timeline. Recuperado 5 de febrero de 2020, de <https://www.timetoast.com/timelines/realidad-virtual-76f1fe15-84d0-4f41-882c-b798ab5c4383>

Ulpino, R. (2019, 15 abril). 8% of US broadband households own a VR headset, while 25% are familiar with VR headsets. Recuperado 16 marzo, 2020, de <https://www.parksassociates.com/blog/article/pr-04152019>

Hired. (hired, 2020). Get matched with a job you love.. Recuperado 26 marzo, 2020, de [hired.com](https://www.hired.com)

GENBETA. (gonzales, 2020). Este informe de Hired nos muestra cuáles son los puestos de trabajo para desarrolladores con más demanda y que mejor pagan. Recuperado 16 marzo, 2020, de

<https://www.genbeta.com/desarrollo/este-informe-hired-nos-muestra-cuales-puestos-trabajo-para-desarrolladores-demanda-que-mejor-pagan>

Marambio, A., Corso, J., Lucena, J., & Roca, J. (2010, 13 junio). arquitectura, ciudad y entorno. Electronic offprint, 13(1). Recuperado de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/9203/ACE\\_13\\_SE\\_16.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/9203/ACE_13_SE_16.pdf?sequence=7&isAllowed=y)

mundos virtuales. (2016, agosto 11). SE ABRE UN NUEVO MUNDO INFINITO. Recuperado 13 de marzo de 2020, de <http://www.mundosvirtuales.org/articulo001.html>

Sanz, H. (2018, agosto 16). Oculus Go, análisis. La realidad virtual sin PC, sin móvil y sin cables. Recuperado 11 de abril de 2020, de [https://as.com/meristation/2018/08/16/reportajes/1534402270\\_649884.html](https://as.com/meristation/2018/08/16/reportajes/1534402270_649884.html)

Huertos, A. A. (2019, abril 20). Oculus Quest, impresiones de la realidad virtual sin PC. Recuperado 11 de abril de 2020, de <https://computerhoy.com/reportajes/gaming/oculus-quest-impresiones-realidad-virtual-pc-405597>

LENOVO, & GOOGLE. (2018, diciembre 31). Mirage Solo & Camera with Daydream | Standalone VR | Lenovo US. Recuperado 11 de abril de 2020, de <https://www.lenovo.com/us/en/daydreamvr/>

UNAB. (2017, diciembre 13). Laboratorio de videojuegos en la UNAB le apunta a desarrollo de la economía creativa | Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB. Recuperado 18 de abril de 2020, de <https://www.unab.edu.co/publicaciones/laboratorio-videojuegos-la-unab-le-apunta-desarrollo-la-econom%C3%ADa-creativa>

UNAB. (2019, junio 6). Conozca el Laboratorio de prototipado en Realidad Virtual | Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB. Recuperado 18 de abril de 2020, de <https://www.unab.edu.co/content/conozca-laboratorio-prototipado-realidad-virtual>

UMNG. (2018, enero 13). Centro de realidad virtual - Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado 20 de abril de 2020, de <https://www.umng.edu.co/sedes/bogota/facultad-de-ciencias-basicas-y-aplicadas/centro-de-realidad-virtual>

playstation. (2020, abril 11). PlayStation VR - Over 100 games and counting. Feel them all. Recuperado 2 de mayo de 2020, de <https://www.playstation.com/es-co/explore/playstation-vr/>

Piedra, J. (2019, febrero 4). La Realidad a la Realidad Virtual: Nuestras redes necesitan ser mejoradas. Recuperado 26 de abril de 2020, de <https://www.lanner-america.com/es/blog-es/la-realidad-a-la-realidad-virtual-nuestras-redes-necesitan-ser-mejoradas/>

UML: ISO/IEC 19505-2:2012. Information technology — Object Management Group Unified Modeling Language (OMG UML) — Part 2: Superstructure. recuperado de <https://www.iso.org/standard/52854.html>

mundos virtuales. (2020, abril 15). USOS MILITARES DE LA RV. Recuperado 2 de mayo de 2020, de <http://www.mundosvirtuales.org/articulo009.html>

Grupo Audiovisual. (2019, julio 9). Recuperado 20 de marzo de 2020, de <https://grupoaudiovisual.com/tipos-de-realidad-virtual-y-tipos-de-gafas-de-realidad-virtual/>

F. (2019a, octubre 30). Positional tracking. Recuperado de <https://www.sensoryx.com/position-tracking/>

Realidad Virtual para la Prevención de Riesgos Laborales. (s. f.). Recuperado 30 de febrero de 2020, de <https://www.ludus-vr.com/portfolio/prevencion-de-riesgos/>

GrupoMap. (2019, febrero 1). Cómo la realidad virtual y aumentada están transformando los eventos. Recuperado de <https://grupomap.mx/como-la-realidad-virtual-y-aumentada-estan-transformando-los-eventos>

Palazuelos, F. (2015, abril 2). Qué son los motores gráficos y cuáles son los más populares. Recuperado 2 de mayo de 2020, de <https://blogthinkbig.com/motores-graficos>

moddb. (2005, mayo 30). Unity engine. Recuperado 2 de mayo de 2020, de <https://www.moddb.com/engines/unity>

Parks Associates. (s. f.). Parks Associates report - Virtual Reality: The Evolving Ecosystem. Recuperado 3 de mayo de 2020, de <https://www.parksassociates.com/report/virtual-reality-evolving-ecosystem>

Corporación Ruta N (2016). Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad Realidad Virtual y Realidad Aumentada. Recuperado desde [www.brainbookn.com](http://www.brainbookn.com)

genbeta. (genbeta, 2020). Gráfica de demanda en realidad virtual según Hired. [Gráfico]. Recuperado de <https://www.genbeta.com/desarrollo/este-informe-hired-nos-muestra-cuales-puestos-trabajo-para-desarrolladores-demanda-que-mejor-pagan>

samsung. (2017, diciembre 20). La realidad virtual llega al Teatro Real durante la celebración de su 200 aniversario de la mano de Samsung [Fotografía]. Recuperado de <https://www.samsung.com/es/news/local/La-realidad-virtual-llega-al-Teatro-Real/>

AllCityCanvas. (2019, julio 2). TENDENCIAS DE REALIDAD VIRTUAL EN 2019 [Ilustración]. Recuperado de <https://www.allcitycanvas.com/tendencias-de-realidad-virtual-2019>

HTC. (s. f.). vive cosmos [Fotografía]. Recuperado de <https://uxxermag.com/wp-content/uploads/2019/09/HTC-Vive-Cosmos-Nuevas-gafas-de-realidad-virtual-1024x512.jpg>

Adobe Photoshop. (s. f.). Conceptos básicos del espacio de trabajo [Fotografía]. Recuperado de <https://helpx.adobe.com/es/photoshop/using/workspace-basics.html>

SmartTheater VR. (s. f.). *Chomp VR*. Recuperado 15 de agosto de 2020, de <http://www.smarttheatervr.com/apps/chomp-vr>

Vr, G. (2020, 6 julio). Análisis de las Gafas VR y realidad aumentada de Google. Gafas VR. <https://gafasrealidadvirtual.pro/google-cardboard/>

Ubisoft. (s. f.). *VR Maze Attraction - Virtual Reality Attraction*. Triotech. Recuperado 15 de agosto de 2020, de <https://www.trio-tech.com/products/vr-maze/>

Marinez, A. (2016, 8 enero). *Realidad Virtual » Huida del Laberinto – VR*. Grado de Multimedia - OUC. <http://multimedia.uoc.edu/blogs/rv/es/2016/01/08/fugida-del-laberint-vr/>

beckman institute. (s. f.). *CAVE* [Fotografía]. Illinois simulator laboratory. <http://www.isl.uiuc.edu/Labs/CAVE/CAVE.html>

buck, J. (2010, 27 diciembre). *Buckblog: Maze Generation: Recursive Backtracking*. the buckblog. <https://weblog.jamisbuck.org/2010/12/27/maze-generation-recursive-backtracking>

**Anexo 1. Comparativa y selección de tecnologías**

Tecnología	Requerimientos y Diseño	Tecnología de seguimiento	Controladores	Juegos
Oculus Rift	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Procesador Intel Core I5-4950</li> <li>-GPU Nvidia GTX 970/AMD Radeon R9 290</li> <li>-RAM 8GB+</li> <li>-Modelo sencillo y austero</li> <li>-Más ligeras</li> </ul>	<p>-seguimiento máximo de campo de <math>1.5 \times 3.3</math> metros</p> <p>-sólo pueden ver lo que estás haciendo desde un ángulo frontal, así que, si te desvías fuera de su estrecho campo de visión, la precisión en la detección del movimiento será menor.</p>	<p>Oculus Touch. Cuentan con tres botones capacitivos al tacto y un mando en cada mano, un gatillo en la parte posterior, y pueden ser rastreados en cualquier lugar dentro del alcance de la cámara.</p> <p>Funciona con mando de la ps4 y otros controladores</p>	<p>Oculus cuenta con 30 juegos, entre los que están Valkyrie o Elite Dragons</p>

			de PC	
Oculus Quest	<p>-Lentes y Resolución: Lentes ajustables OLED de 1.600 x 1.400 píxeles</p> <p>-Movimientos con 6 grados de libertad.</p> <p>SO: basado en Android</p> <p>-Primer modelo sin cables ni ordenador.</p> <p>-Sistema de juego todo en uno.</p>	<p>Con uso de Oculus Insight reproduce los movimientos en la realidad virtual en todos los sentido.</p> <p>Sin uso de sensores externos.</p>	<p>Audio integrado: oculus Quest cuenta con audio posicional integrado.</p> <p>Controladores Touch: estos oculus cuentan con dos controladores Touch, con una gran precisión realista</p>	<p>Los oculus Quest cuentan con juegos como: The Room VR: A dark Matter, The climb, Box VR y uno de sus más populares Beat Saber, entre otros 30 más</p>
HTC Vive	<p>-Procesador Intel Core I5-4950</p> <p>-GPU Nvidia GTX 970/AMD Radeon R9 290</p> <p>-RAM 8GB+</p>	<p>-Campo de seguimiento de 4.5 x 4.5 metros.</p> <p>-permite caminar o hacer zigzag sin perder la detección, e interactuar con</p>	<p>Controladores Steamvr. Captan el movimiento del brazo, pero es un poco limitado al uso</p>	<p>Dispone de 50 juegos, como Tilt Brush o Fantastic Contraption</p>

	-Modelo robusto y con buenos acabados  Un poco más pesados	objetos virtuales en un entorno verdaderamente de 360 grados.	de los dedos y las manos.  Funciona con mandos de PS4 y otros Controladores de PC	
Pimax 4k	-Procesador Intel Core I5-4950  -GPU Nvidia GTX 970/AMD Radeon R9 290  -RAM 8GB+  -SO: Windows PC  -Peso 500gr  -Material plástico	-El dispositivo tiene todos los sensores internos necesarios: un giroscopio doble, un magnetómetro, sensores de aceleración, distancia e iluminación.  -Sistemas de posicionamiento estática	-Ratón y teclado  -GamePads estándar, Joysticks, volantes.	Compatibles con juegos de Steam VR y oculus
Google Cardboards	podemos construir nuestro visor nosotros mismos con los materiales necesarios  está diseñado con imanes cerámicos,	Acelerómetro Giroscopio, todo con los sensores del dispositivo móvil	iman ceramico y control con sensores del	Juegos moviles con aplicación a cardboard

	situados en la parte izquierda del dispositivo  un dispositivo móvil con sensores de acelerómetro y giroscopio		dispositivo móvil	
--	--	--	-------------------	--

Fuente: Elaboración Propia

**Se puede apreciar la tabla a mayor resolución en el siguiente enlace:**

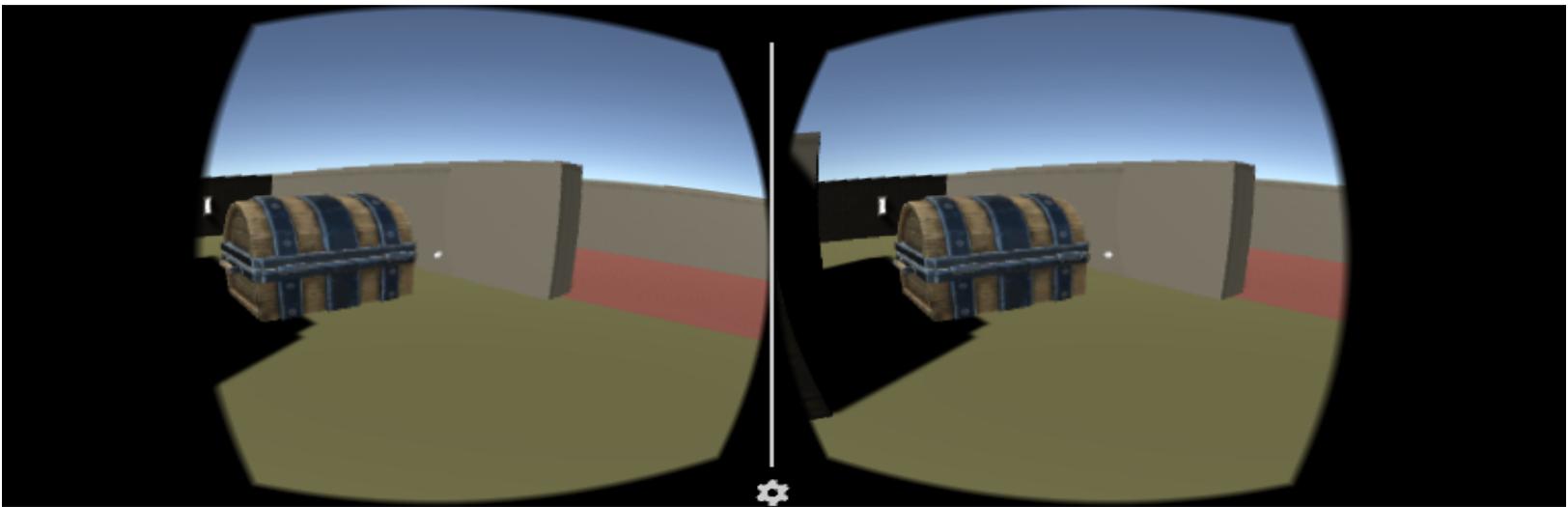
<https://drive.google.com/file/d/1VQbRPLVZFX4DpkrUvP0YHyknlswonI0/view?usp=sharing>

## Anexo 2. Game Design Document

Versión PDF:

<https://drive.google.com/file/d/1bAPO2IjVLSETFb9xnmX9iweWTSPpw4ed/view?usp=sharing>

# DOCUMENTO DE DISEÑO DE JUEGO



# LABERINTO

PROTOTIPO EN REALIDAD VIRTUAL

## Análisis de juego

Este juego presenta una dinámica de estar en un laberinto recorriendolo mientras se encuentran llaves que están enlazadas a su respectivo cofre, además, tendrá un temporizador pues este laberinto no tiene entrada ni salida ya que para pasar de nivel se necesita abrir todos los cofres y para tener un guía de referencia el jugador puede poner una señal como recordatorio de que ya estuvo en ese lugar.

## Misión

Adéntrate en un laberinto sin precedentes desarrollado para realidad virtual, unas cardboard y sentido de posicionamiento son lo que necesitas para pasar al siguiente nivel.

## Género

- Aventura.

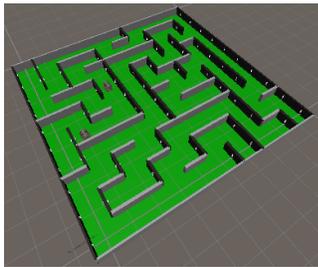
## Plataformas

- Android 6.0 o superior.
- Cardboard.

## Audiencia objetivo

Dirigido hacia aquellas personas con gusto por la realidad virtual y de recursos limitados o que simplemente quieran experimentar VR de bajo costo.

## Historia y personajes

Laberinto	Descripción	Características	Misc. Info
	Se escoge un laberinto porque es una buena manera de empezar en realidad virtual en el que se incluyen objetos manipulables.	El laberinto incluye parejas de cofres y llaves repartidas aleatoriamente dentro del mismo, el jugador tiene la posibilidad de dejar un recordatorio por algún lugar con un spray.	El nivel fácil será laberinto de 3x3, el intermedio será 4x4 y el difícil de 5x5, además, Habrá un modo "leyenda" que es un laberinto de 10x10.

## Gameplay

Es un video juego de tipo Aventura pues estos se caracterizan por explorar o investigar un lugar con el fin de darle solución a un problema, en el que el jugador está interactuando con cofres y agregando llaves a su inventario para poder abrir cada uno de ellos, además, en el

laberinto se encuentran trampas de tipo timing de las que el jugador debe superar para sobrevivir. El juego está disponible para android y se debe usar en conjunto con unas Cardboard y tiene 4 modos de juegos que son: fácil, intermedio, difícil y leyenda.

### Experiencia del jugador

Podrás caminar en un laberinto lleno de trampas en el que si sobrevives el tiempo suficiente tendras la opcion de dejar una marca en alguna pared del laberinto que te puede funcionar como un recordatorio de posición, contaras con vida que irás perdiendo si no puedes superar alguna trampa pero recuperas vida consiguiendo llaves y abriendo cofres.

### Guia de juego

Para disfrutar de este video juego se necesita un teléfono con Sistema operativo android 6.0 o superior y preferiblemente que este sea de gama media-alta, con esto aseguramos más de 3 de memoria ram y un procesador de más de 1.8 Ghz y pantalla en resolución full HD para mejorar la experiencia, ademas, tambien deberiamos considerar tener un espacio amplio para jugar con comodidad y sobre todo no marearnos fácilmente.

### Objetivos del juego y recompensas

Recompensas	Penalizaciones	Dificultad
<p>El jugador recupera vida al momento de tomar una llave y recupera más vida al momento de abrir un cofre.</p> <p>El jugador gana un spray al minuto de haber empezado el juego y 1 spray al momento de abrir un cofre.</p>	<p>El jugador perderá vida al no superar con éxito las trampas puestas aleatoriamente en el laberinto.</p>	<p>El laberinto tiene nivel fácil, intermedio, difícil y leyenda de los cuales serán laberintos en configuración 3x3, 4x4, 5x5 y 10x10 respectivamente.</p>

### Mecánicas de juego

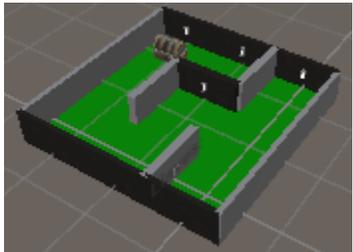
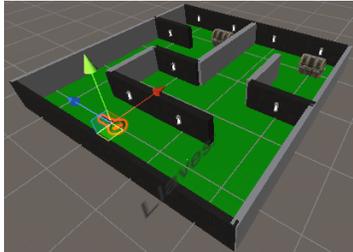
El jugador tiene la posibilidad de moverse hacia adelante solo cuando mire un poco hacia abajo simulando que está caminando, además, hay llaves flotantes que puede tomar al momento de que fije el “pointer” sobre ellas y las llevará en el inventario, las cuales se activan al momento de acercarse a un cofre del mismo color de la llave.

### Atributos del jugador

<b>Jugador</b>	<b>Movimientos</b>
jugador	Movimiento en 360°, coleccionar objetos, dejar marcas en el laberinto.
<b>Modos de juego</b>	
Facil	El modo fácil tiene un laberinto de 3x3, un cofre con su respectiva llave, 3 trampas y 1 spray.
Intermedio	El modo intermedio tiene un laberinto de 4x4, dos cofres con sus respectivas llaves, 4 trampas y 1 spray.
Dificil	El modo difícil tiene un laberinto de 5x5, 3 cofres con sus respectivas llaves, 5 trampas y tiene 3 spray.
leyenda	El modo leyenda tiene un laberinto de 10x10, 5 cofres con sus respectivas llaves, 10 trampas y tiene 5 spray.
<b>Sistema de puntuación</b>	
<b>Cómo se aplican las penitencias</b>	<b>Cómo se otorgan los beneficios</b>
El jugador pierde 5 puntos de vida por cada golpe que reciba de las trampas.	El jugador obtiene 20 puntos de vida cuando agrega una llave a su inventario y 50 puntos de vida cuando abre un cofre.

## Diseño de niveles

### Niveles

<p>Nivel fácil</p> 	<p>El objetivo es encontrar la única llave y llevarla al cofre. Sobrevivir a las trampas.</p>
<p>Nivel intermedio</p> 	<p>El objetivo es encontrar las llaves pertenecientes a cada cofre. Sobrevivir a las trampas.</p>
<p>Nivel difícil</p> 	<p>El objetivo es encontrar las llaves pertenecientes a cada cofre. Sobrevivir a las trampas.</p>

## Controles

Controlador	Acción que realiza
-------------	--------------------

Cardboard	Se posicionan frente a los ojos para que actúen como una lupa agrandando la imagen y se use la mayor parte del campo visual.
Smartphone	Muestra dos imágenes juntas, una para el ojo derecho y otra para el ojo izquierdo, nos funciona para crear el mundo virtual.
360°	El jugador gira la cabeza hacia el lugar donde quiere ir, mira un poco hacia abajo y la cámara simula movimiento para adelante, fija el pointer en un objeto manipulable y el loader actuará sobre él.

## ESTETICA DE JUEGO E INTERFAZ DE USUARIO

La programación de la interfaz del usuario se llevo a cabo por medio botones flotantes los cuales funcionan con un temporizador para realizar las acciones cuando son apuntados con la cámara, para esto se usaron los componentes de las SDK de cardboard GvrPhysicRaycaster y GvrGraphicRayCaster que se encargan de enviar rayos continuos hacia adelante hasta encontrarse con los botones en la escena. El canvas se estableció en modo de renderizado world space para obtener ángulo de todas las cámaras que actúan como visores para entrar modo 360° como se puede apreciar en la imagen.

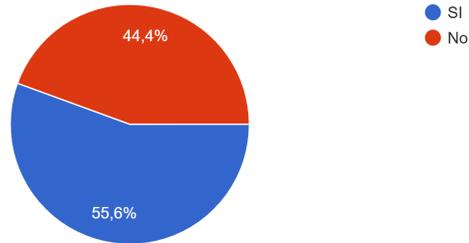
### Textos en pantalla

Los textos en escena también forman parte de nuestra interfaz y se mezclaron tanto imágenes como textos a la hora de crearlos.

### Anexo 3. Encuesta sobre la experiencia de uso

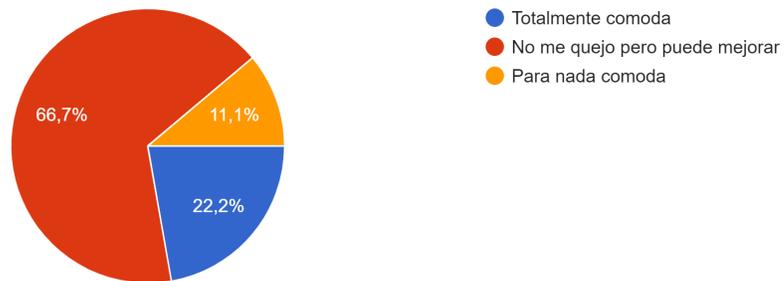
Ha usado antes algún dispositivo de Realidad Virtual?

9 respuestas



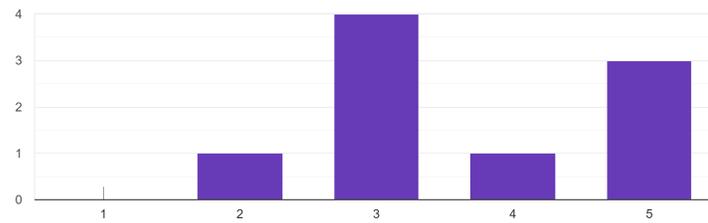
¿La interfaz de inicio del juego es cómoda para su uso?

9 respuestas



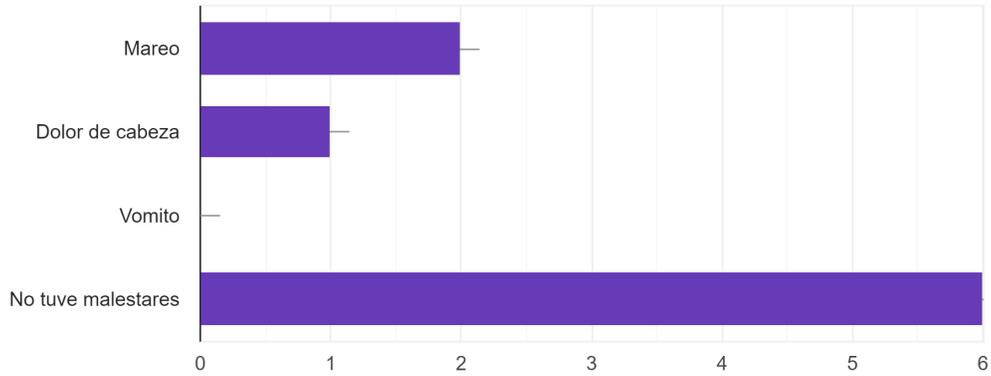
Califique la experiencia de juego en una escala de 1 a 5 donde uno es pésima y 5 muy buena

9 respuestas



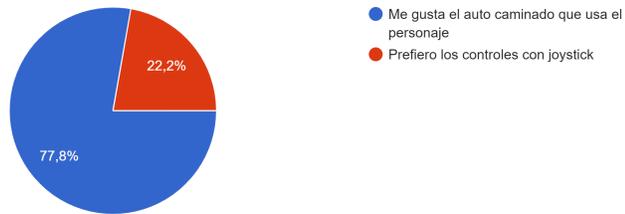
Al entrar a la experiencia en el laberinto que sintió alguna de estas molestias? Marque varias si es necesario

9 respuestas



Los controles de movimiento dentro de la experiencia son de su agrado?

9 respuestas



La velocidad de movimiento dentro de la experiencia cree usted es demasiado

9 respuestas

