

**DESARROLLO DE SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA VISUALIZACIÓN  
DE UN ENTORNO ACROFÓBICO Y APOYO PARA EL TRATAMIENTO DEL  
TRASTORNO**

**KRISTIAN MANUEL VELÁSQUEZ JAIMES  
FERNANDO JOSE CASIQUE MORENO  
HEINNER MATEO FONSECA BARRERA**

**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**CÚCUTA, COLOMBIA**

**2020**

**DESARROLLO DE SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA VISUALIZACIÓN  
DE UN ENTORNO ACROFÓBICO Y APOYO PARA EL TRATAMIENTO DEL  
TRASTORNO**

**KRISTIAN MANUEL VELÁSQUEZ JAIMES  
FERNANDO JOSE CASIQUE MORENO  
HEINNER MATEO FONSECA BARRERA**

**FORMACIÓN INVESTIGATIVA III**

**Tutor: JOSÉ GERARDO CHACÓN RANGEL**

**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**CÚCUTA, COLOMBIA**

**2020**

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE IMÁGENES.....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4.1 GENERAL .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4.2 ESPECÍFICOS .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 REALIDAD VIRTUAL .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA REALIDAD VIRTUAL.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.1 Sistema de realidad virtual de inmersión total .....</b>	<b>27</b>
<b>2.4.2 Sistema de realidad virtual semi-inmersiva:.....</b>	<b>27</b>

2.4.3 Sistemas de realidad virtual de escritorio o no inmersiva: .....	27
2.4.4 Fundamentos Fisiológicos .....	28
2.4.5 Fundamentos psicológicos.....	29
2.5 ASPECTOS CLAVES PARA LA CREACIÓN DE UN ENTORNO VIRTUAL .....	31
2.6 MARCO LEGAL .....	32
<b>CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>34</b>
3.1 PARADIGMA.....	34
3.2 ENFOQUE .....	34
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.4 POBLACIÓN.....	36
3.5 MUESTRA .....	36
3.6 METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	36
3.6.1 CARACTERÍSTICAS .....	37
3.6.2 ESPECIFICACIÓN .....	38
3.6.3 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	39
3.6.4 MUESTREO .....	40
3.6.5 DISEÑO .....	41
3.6.6 PRUEBAS .....	44
3.6.7 PUBLICACIÓN.....	44

<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO V. DETERMINACION DE LAS HERRAMIENTAS .....</b>	<b>53</b>
<b>5.1 MOTORES DE VIDEOJUEGOS.....</b>	<b>53</b>
<b>5.1.1 UNITY.....</b>	<b>54</b>
<b>5.1.2 GAMEMAKER STUDIO .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1.3 UNREAL ENGINE .....</b>	<b>61</b>
<b>5.1.4 CRYENGINE.....</b>	<b>64</b>
<b>5.1.5 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA A UTILIZAR .....</b>	<b>66</b>
<b>5.2 SOFTWARE DE MODELADO 3D: .....</b>	<b>66</b>
<b>5.2.1 AUTOCAD.....</b>	<b>67</b>
<b>5.2.2 CINEMA 4D .....</b>	<b>70</b>
<b>5.2.3 REVIT .... ..</b>	<b>72</b>
<b>5.2.4 BLENDER.....</b>	<b>74</b>
<b>5.2.5 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA A UTILIZAR .....</b>	<b>76</b>
<b>5.3 SOFTWARE DE EDICIÓN DE IMAGEN: .....</b>	<b>77</b>
<b>5.3.1 ADOBE PHOTOSHOP .....</b>	<b>77</b>
<b>5.3.2 GIMP .....</b>	<b>79</b>
<b>5.3.3 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA A UTILIZAR .....</b>	<b>83</b>
<b>5.4 ENTORNOS Y HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN: .....</b>	<b>84</b>
<b>5.4.1 ECPLISE .....</b>	<b>84</b>

5.4.2 NETBEANS .....	86
5.4.3 MICROSOFT VISUAL STUDIO .....	89
5.4.4 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA A UTILIZAR.....	91
5.5 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS MATERIALES .....	91
<b>CAPÍTULO VI: DESARROLLO DEL SISTEMA.....</b>	<b>93</b>
6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA .....	93
6.2 REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA .....	93
6.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS .....	94
6.4 RECURSOS TÉCNICOS .....	94
6.5 DESARROLLO .....	95
6.5.1 REQUISITOS FUNCIONALES .....	95
6.5.2 REQUISITOS NO FUNCIONALES .....	96
6.5.3 ESPECIFICACIÓN .....	97
6.5.4 PLANIFICACIÓN .....	99
6.5.5 MUESTREO .....	101
6.5.6 DISEÑO .....	103
6.5.7 CONSTRUCCIÓN .....	107
6.5.8 PRUEBAS .....	112
<b>MANUAL DE USUARIO .....</b>	<b>114</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>115</b>

<b>7.1 PERSPECTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>116</b>
<b>OPINIÓN PSICOLÓGICA.....</b>	<b>118</b>
<b>ENCUESTA .....</b>	<b>119</b>
<b>8.1 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>121</b>

## LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Tipos de Fobias	47
Tabla 2. Cuestionario AQ	52
Tabla 3. Recursos de Game Maker Studio.	60
Tabla 4. Requisitos funcionales	95
Tabla 5. Requisitos no funcionales	97
Tabla 6. Especificación del sistema	99
Tabla 7. Planificación del sistema	100
Tabla 8. Identificación de objetos	103
Tabla 9. Especificación de los objetos definidos	106

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Campos de la realidad virtual	26
Figura 2. Estructura archivo VRML	41
Figura 3. Grados de la fobia	50
Figura 4. Casos de uso	97

## LISTA DE IMÁGENES

	Página
Imagen 1. Estructura del ojo humano	29
Imagen 2. Proyección visual ojo humano	31
Imagen 3. Motores de Videojuego más usados	54
Imagen 4. Unity - Manual: Interfaces de Usuario	57
Imagen 5. WorkSpaces de Game Maker Studio 2	59
Imagen 6. Unreal Engine 4 Documentation	62
Imagen 7. Softwares más utilizados para la edición de Mallas 3D	66
Imagen 8. Autokad interface	68
Imagen 9. Cinema4d interface	71
Imagen 10. Revit interface	74
Imagen 11. Principales softwares de edición de imagen	77
Imagen 12. Interfaz de usuario Gimp	82
Imagen 13. Principales entornos de desarrollo de software para RV	84
Imagen 14. NeatBeans interface	87
Imagen 15. Visual Studio interface	89
Imagen 16. Samsung Odyssey HMD	92
Imagen 17. Joystick Bluetooth para móvil y HMD	92
Imagen 18. Edificio	102
Imagen 19. Edificios 2	102
Imagen 20. Elevador	102
Imagen 21. Elevador 2	102
	<b>10</b>

Imagen 22. Puente	102
Imagen 23. Puente 2	102
Imagen 24. Edificio 3	103
Imagen 25. Calle	104
Imagen 26. Casa	104
Imagen 27. Plaza	104
Imagen 28. Banca	105
Imagen 29. Puente 3	105
Imagen 30. Contenedor	105
Imagen 31. Ascensor cristal	106
Imagen 32. Semáforo	106
Imagen 33. Azotea	106
Imagen 34. Visión general del entorno	107
Imagen 35. Visión general del entorno 2	108
Imagen 36. Primera visualización del entorno en primera persona	109
Imagen 37. Implementación de la función giroscopio dentro del entorno	110
Imagen 38. Adición de texturas montañosas en el entorno	110
Imagen 39. Diseño inicial del logo	111
Imagen 40. Control de versiones GitHub	112
Imagen 41. Visualización desde lo alto	113
Imagen 42. Visualización del mapa	114

# INTRODUCCIÓN

La acrofobia es un miedo intenso a los lugares elevados (*American Psychiatric Association, 2000*), se clasifica dentro de los trastornos de ansiedad como una fobia específica, es decir, un miedo intenso y específico a situaciones y objetos concretos. En primer lugar, la persona que sufre acrofobia padece un temor marcado, persistente, excesivo e irrazonable que provoca la evitación de cualquier situación que implique altura, su mayor miedo es llegar a caer. En segundo lugar, la exposición a esas alturas provoca casi invariablemente una respuesta inmediata de ansiedad, que puede adoptar la forma de un ataque de pánico. Por último la persona reconoce que su miedo es excesivo, interfiriendo significativamente en su rutina normal (Emmelkamp et al., 2001). En esta investigación se desarrollará un sistema computacional para la visualización de entornos acrofóbicos, basados en Realidad Virtual (RV, para tratamiento del trastorno acrofóbico utilizando los **HMD**: Head-Mounted Display (Casco de Realidad Virtual).

Tradicionalmente, el tratamiento de fobias y otros trastornos psicológicos incluyen la exposición gradual del paciente ante estímulos que le provocan ansiedad. Dichos estímulos pueden ser generados a través de la imaginación del paciente, “exposición en imaginación”, u obteniéndose directamente de la realidad, “exposición in vivo” (Doctoral presentada por José Antonio Lozano Quilis & Mariano Alcañiz Raya, 2003). El tratamiento más común para la acrofobia es la exposición “in vivo” gradual, en la que se rompe el comportamiento de evitación exponiendo al paciente a una serie de estímulos ordenados de forma jerárquica. De este modo el paciente se habitúa y el miedo decrece progresivamente (Schuemie et al., n.d.).

Sin embargo, la RV se presenta como tecnologías interesantes para la terapia ya que se puede diseñar la situación según los elementos clave de un problema concreto, generando así en la persona las mismas reacciones y emociones que las que experimentaría en una situación similar en el mundo real.

Al disponer siempre del ambiente y de los objetos, la terapia puede ser experimentada por el paciente tantas veces como estime oportuno el psicólogo, al ritmo y nivel de dificultad que él considere. Esta circunstancia permitirá al paciente experimentar y sentir varias veces las implicaciones y consecuencias de esas situaciones problemáticas, hasta llegar a perderles el miedo y así poder enfrentarse a ellas. Esta reiteración repercutirá en el grado de dominio que experimentará el paciente, cuyo incremento le generará unas expectativas de autoeficacia personal que darán lugar a una importante potenciación de la eficacia del tratamiento.

# **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Con los actuales niveles de estrés en las personas ha crecido el número de fobias y el porcentaje de individuos que las sufren. Los tratamientos de fobia con exposición directa usados por los psicólogos son los más efectivos en la actualidad, pero representan un peligro potencial en determinado tipo de fobias. (Grado et al., 2017)

En algunos casos este tratamiento puede generar mayores traumas cuando no es controlado adecuadamente, sin contar el daño físico que se puede generar. Una nueva tecnología es usada en estos tratamientos: la Realidad Virtual.

La idea básica es insertar al usuario dentro de un ambiente imaginario (mundo virtual) generado por la computadora, creando un ambiente seguro donde se puede conmutar de ambientes con plena seguridad. La persona no se encuentra en ningún momento en riesgo físico o psicológico y en algunos casos el individuo puede interactuar con los elementos del medio sintético en el cual está inmerso (Grado et al., 2017).

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo se podría apoyar los tratamientos acrofobicos a través de entornos de realidad virtual?

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Es importante llevar a cabo el proyecto debido a la falta de soluciones tecnológicas que traten esta problemática, las cuales actualmente podemos obtener apoyándonos en el uso de tecnologías basadas en la Realidad Virtual, pues esta al tratarse de simular una exposición en vivo, trae como ventaja principal que los pacientes no se expondrán a daños físicos durante su tratamiento. También, el uso de estas herramientas facilita el tratamiento ya que lo hace portable y se puede ajustar a la oficina del clínico profesional.

Este proyecto busca mediante una solución tecnológica, mitigar el impacto que genera el miedo a las alturas en un porcentaje alto en las personas que lo padecen intentando mejorar significativamente su calidad de vida y del entorno que las rodea.

También como ventaja importante, se destaca que mediante el uso de terapias basadas en Realidad Virtual los clínicos tendrán una más clara comprensión de la importancia del uso de las herramientas tecnológicas actuales para tratar fobias y los retos que estas traen para su práctica clínica profesional.

En lo personal, esto evitaría en las personas que sufren la problemática: pérdidas de oportunidades, sentimientos de culpabilidad, y todo aquello que se genera en la psiquis cuando se sufre de acrofobia.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 GENERAL:**

- Desarrollar un sistema computacional para la visualización de un entorno acrofóbico y apoyo para el tratamiento del trastorno basado en Realidad Virtual (RV), utilizando HMD (del inglés head-mounted display).

### **1.4.2 ESPECÍFICOS:**

1. Estudiar referentes bibliográficos de entornos acrofóbicos, casos clínicos y realidad virtual especializada para la apropiación del tema de investigación.
2. Determinar las herramientas tecnológicas a utilizar para la construcción del simulador de entornos acrofóbicos, basados en Realidad Virtual (RV).
3. Diseñar el sistema computacional para la visualización de un entorno acrofóbico basado en exposición mediante realidad virtual para el apoyo al tratamiento de la acrofobia.

## CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

La primera experiencia dirigida a comprobar la utilidad de la RV para el tratamiento de la acrofobia, miedo a las alturas, se llevó a cabo por el Grupo Médico Kaiser-Permanente de California. Se desarrolló un sistema en el que el paciente tenía que atravesar un profundo barranco cruzando un puente colgante y unos tableros estrechos (Lamson, 1994). Se utilizó el sistema con 32 pacientes y se obtuvo un porcentaje de éxito del 90%.

Aparte de esta primera experiencia, seis estudios de caso y cuatro estudios controlados se han llevado a cabo hasta la fecha. Los primeros estudios de caso fueron realizados por Rothbaum y grupos del Norte de la Universidad de Clark Atlanta (North, North y Coble, 1996a, b,c; Rothbaum, Hodges, Kooper, Opdyke, Williford y North, 1995). Además, Choi, Jang, Ku, Shin y Kim (2001) y Jang, Ku, Choi, Wiederhold, Nam, Kim y Kim (2002) también demostraron que la técnica de exposición a través de RV es eficaz en el tratamiento de la acrofobia. Sin embargo, en un estudio de caso, Kamphuis, Emmelkamp y Krijn (2002) no encontraron una mejoría clínicamente significativa. No obstante, en un trabajo publicado un año después, Bouchard St-Jacques, Robillard, Coté y Renaud (2003) encontraron una mejoría estadísticamente significativa en el miedo a las alturas en una serie de 7 pacientes (5 mujeres y 2 hombres). Además, las ganancias se mantuvieron en el seguimiento realizado a los 6 meses.

El primer estudio controlado sobre la eficacia de la exposición a través de RV para el tratamiento de la acrofobia se llevó a cabo por Rothbaum, Hodges, Kooper, Opdyke, Williford y North (1995). Los estudiantes con miedo a las alturas fueron asignados de

manera aleatoria a una de las dos condiciones experimentales: un grupo de exposición mediante RV (N=12) versus un grupo control sin tratamiento (N=8). Los resultados mostraron diferencias significativas entre los estudiantes que completaron el tratamiento con RV y los de la condición de lista de espera.

Los otros tres estudios controlados realizados con población clínica se llevaron a cabo por el grupo de investigación de Emmelkamp. En el primero, Emmelkamp, Bruynzeel, Drost y van der Mast (2001) evaluaron la eficacia de la exposición con RV de bajo coste frente la exposición en vivo en un diseño entre grupos. Aunque la exposición mediante RV fue tan eficaz como la exposición en vivo, no fue posible extraer conclusiones firmes debido a la limitación de un potencial efecto de orden influyendo en los resultados. En el segundo estudio (Emmelkamp, Krijn, Hulsbosch, de Vries, Schuemie y van der Mast, 2002) los participantes también fueron asignados al azar al tratamiento de exposición mediante RV o al tratamiento de exposición en vivo. La exposición mediante RV se mostró tan efectiva como la exposición en vivo para todas las medidas (incluyendo el “Test de Evitación Comportamental” que consistió en subir escaleras exteriores) y la mejoría se mantuvo en el seguimiento a los 6 meses. Por último, otro estudio desarrollado por este grupo (Krijn, Emmelkamp, Biemond, de Wilde de Ligny, Schuemie y van der Mast, 2004) tenía como objetivo analizar dos condiciones diferentes del tratamiento de exposición mediante RV, variando su grado de inmersión por medio del uso de un casco de RV (HMD) para una baja inmersión. Para controlar el efecto del tiempo, se añadió un grupo control que no recibía tratamiento. Treinta y siete pacientes participaron en el estudio y fueron asignados al azar a cada una de las tres condiciones experimentales. Los resultados se mantuvieron en el seguimiento a los 6 meses. Todos los estudios utilizaron estímulos visuales y auditivos y

alguna forma de estimulación táctil (como una plataforma o una barandilla en la que el participante podía aferrarse), aumentando así la sensación de presencia.

En conclusión, parece que la exposición mediante la RV ha demostrado ser eficaz para el tratamiento de miedo a las alturas. Los cuatro estudios controlados y la mayoría de los estudios de casos muestran que la exposición mediante RV es efectiva en el tratamiento de miedo a las alturas.

## **2.1 ANTECEDENTES**

Los antecedentes de la investigación se refieren a los desarrollos y estudios previamente realizados, que se relacionan de manera directa e indirecta con el problema de investigación que da origen a este proyecto. En ese sentido, se presenta a continuación una recopilación de trabajos, en los cuales se han involucrado elementos teóricos y en algunos casos prácticos que brindan soporte a la presente investigación.

*Botella, C., Bretón-López, J., Serrano, B., García-Palacios, A., Quero, S., & Baños, R. (2015). Tratamiento de la fobia a volar usando la exposición de realidad virtual con o sin reestructuración cognitiva: Preferencias de los participantes.*

El documento nos expone un breve análisis de la fobia que presenta algunas personas al momento de tomar un vuelo, el tratamiento para tratar esta fobia suele ser costoso, puesto que se necesita un entorno alto y en muchos casos teoría de choque que en este caso podría ser un salto en paracaídas, o exposición actividades como tirolesa o teleférico, se habla de lo económico que puede ser utilizar herramientas de realidad virtual para tratar esta fobia y

lo práctico que es para usarlo en una oficina, se cumplió con el objetivo de probar esta herramienta y generar en el paciente una ansiedad elevada.

***LA ACROFOBIA Y SU TRATAMIENTO A TRAVÉS DE REALIDAD VIRTUAL,  
Ramírez, A., Johanna Benítez, S., & Angélica Gómez, M. (2017).***

Se argumenta la exposición personal como método más efectivo para tratar una fobia, y las ventajas de utilizar herramientas de realidad virtual para tratarla, este documento nos deja un esquema inicial de diseño en donde, se plasma un modelado 3D de 2 edificios separados, donde se comunicaran entre los 2 por una tabla ubicada en el último piso de los edificios, el usuario deberá pasar por esa tabla buscando emular una situación de vértigo y ansiedad en el paciente cuando utilice dicho programa, se concluye que la realidad virtual ha ayudado a las TICS a encontrar un espacio de trabajo significativo en el sector salud y el tratamiento para esta fobia con realidad virtual es muy efectivo teniendo como referencia todos los estudios y material recopilado plasmados en el documento.

***Grado, T. DE, Magali Suxo Casas TUTOR METODOLÓGICO, M., Sc Aldo Ramiro Valdez Alvarado ASESOR, M., & Celia Elena Tarquino Peralta, L. (2017).  
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES CARRERA DE INFORMÁTICA POSTULANTE.***

Habla de la terapia de exposición y como la realidad virtual se ha convertido en una herramienta importante para implementar esta herramienta, se deja en evidencias posteriores investigaciones y desarrollo de aplicaciones para tratar diferentes tipos de fobias, este documento nos deja la metodología de desarrollo que debemos usar para la construcción de este software, también se recomienda implementar un tratamiento específico a la iluminación de los escenarios puesto que esto ayuda a generar más realismo

en la inmersión Unity, Blender, las API y SDK Android, Sweet Home 3D presentan alto grado de compatibilidad para la construcción de entornos virtuales

*El tratamiento de la claustrofobia por medio de realidad virtual, Baños Rivera, R., Perpiñá Tordera, C., Villa Martín, H., García Palacios, A., Botella Arbona, C., Frabegat, S., & Quero Castellano, S. (2002).*

Se describe a detalle el software diseñado para el tratamiento de la claustrofobia y un procedimiento de seguimiento paso a paso, se muestran resultados de una notable disminución del temor, se observa la implementación de un sistema de puntaje para evaluar el estado de temor del paciente en el transcurso de las pruebas, se concluye también que la realidad virtual ha ayudado al paciente a prepararse para enfrentar una situación en la vida real,

*Peñate, W., Roca-Sánchez, M.J., & Del Pino-Sedeño, T. (2014). LOS NUEVOS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS APLICADOS AL TRATAMIENTO PSICOLÓGICO.*

Análisis desde el punto de la psicología clínica de las herramientas tecnológicas, “En este trabajo se revisan cuatro desarrollos que han tenido una expansión importante: el uso de internet para el tratamiento psicológico, el uso de la realidad virtual, el neurofeedback la estimulación magnética transcraneal”(Peñate, W., Roca-Sánchez, M.J. & Del Pino-Sedeño, 2014), se expone una gran ventaja de la realidad virtual que viene siendo el control de los eventos imprevistos, ya que al ser un ambiente regulado reduce la posibilidad de apariciones de eventos incontrolables esto a su vez permite mayor control del terapeuta en la sesiones y tomar decisiones que se requieran en el momento, “en este sentido, estos nuevos desarrollos poseen una serie de ventajas (en comparación con la práctica tradicio-

nal), no sólo porque eliminan aquellas dificultades a las que un paciente se podría enfrentar a la hora de acceder a un profesional, (como en el caso de los tratamientos por internet), sino también porque facilitan el tránsito de un paciente a una parte de la terapia, que por la dificultad que ésta conlleva”(Peñate, W., Roca-Sánchez, M.J. & Del Pino-Sedeño, 2014).

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

Según (Antony, Craske, & Barlow, 1995), la acrofobia también llamada miedo a las alturas, es una condición que prevalece entre el 3% y el 5% de la población general y que no necesariamente debe ser patológica. De hecho, sólo implica un problema cuando la respuesta ansiosa es insoportable o cuando produce ataques de pánico, sensación de sofoco, miedo a caer, etc.

La acrofobia forma parte del subtipo de “fobias específicas”, en el que una respuesta de ansiedad intensa, incluso de miedo, emerge cuando el paciente entra en contacto con un estímulo específico, en este caso, cuando el paciente está situado a una altura o a una elevación determinada. El miedo a las alturas se considera natural e incluso adaptativo, ya que la respuesta evitativa podría ser claramente beneficiosa cuando el paciente se encuentra en un entorno de riesgo. Hay diversos factores presentes en el desarrollo y en la conservación de la fobia.

Coelho, Waters, Hine y Wallis (2009), en un estudio de revisión, sopesan tanto factores no asociativos o hereditarios como factores asociativos o de condicionamiento y, de hecho, se tiene presente la multicausalidad, pues no todos los pacientes que sufren este trastorno fóbico lo desarrollaron de manera condicionada. Asimismo, en un estudio longitudinal

realizado por Poulton, Davies, Menzies, Langley y Silva (1998), se reveló que aquellos participantes que habían sufrido caídas y lesiones significativas antes de los 9 años tenían una menor respuesta fóbica a las alturas una vez alcanzados los 18 años de edad.

En vista que se pretende desarrollar un software que pueda ser aplicado como herramienta útil para el tratamiento de pacientes con acrofobia, es necesario tener un entendimiento claro acerca del tema que permita obtener un conocimiento específico acerca de los requerimientos funcionales y no funcionales que la propuesta de software debe satisfacer para cumplir con su objetivo. El marco teórico que sustenta el proceso de investigación y de desarrollo del software está conformado por dos aspectos muy distintos pero complementarios entre sí. La primera parte se enfoca completamente en el aspecto del trastorno de la acrofobia, enfocándose principalmente en su descripción, sus manifestaciones en los pacientes que lo padecen, las consecuencias que trae consigo, y las metodologías de tratamiento que pueden ser modeladas dentro de un ambiente virtual.

La segunda parte tiene como objetivo presentar un panorama general de los conceptos y herramientas computacionales que son tomados en cuenta durante todo el proceso de elaboración del software que este proyecto propone. Se toman en cuenta dentro de esta segunda parte conceptos generales de realidad virtual, sistemas virtuales no inmersivos, interacción humano-computadora, y del lenguaje de programación Java.

## **2.3 REALIDAD VIRTUAL**

Para conocer el concepto de realidad virtual debemos formularnos una pregunta, ¿qué es la realidad? la respuesta a esta pregunta deriva en innumerables interpretaciones de todos los campos existentes y por existir, desde la filosofía, las artes, la cultura, incluso la matemática generan respuestas una muy diferente de la otra, sin embargo hay una característica innegable que presenta la “realidad”, viene siendo la definición del control sobre ella, es innegable que no se tiene un control total sobre la “realidad”, se viven los diferentes eventos vivenciales en nuestra trayecto terrenal, por eso es muy complicado definir los eventos de una persona de inicio a fin, como también pronosticar un futuro de la vida de una persona. Según Garcia(2000) lo real vendría siendo todo aquello que no podemos controlar y que no posee dependencia de nosotros, dejando a lo virtual como todo aquello que podemos controlar, siendo nosotros los que le damos un sentido, orientación y funcionalidad, “La imagen virtual modifica, de este modo, nuestra relación con el mundo real puesto que proporciona a los sentidos otros modos de percibir el espacio. Los mundos virtuales abren nuevas vías de conocimiento al establecer nuevos vínculos entre los modelos que en ellos se generan y los fenómenos que representan.” (Luis et al., 2000).

## 2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA REALIDAD VIRTUAL

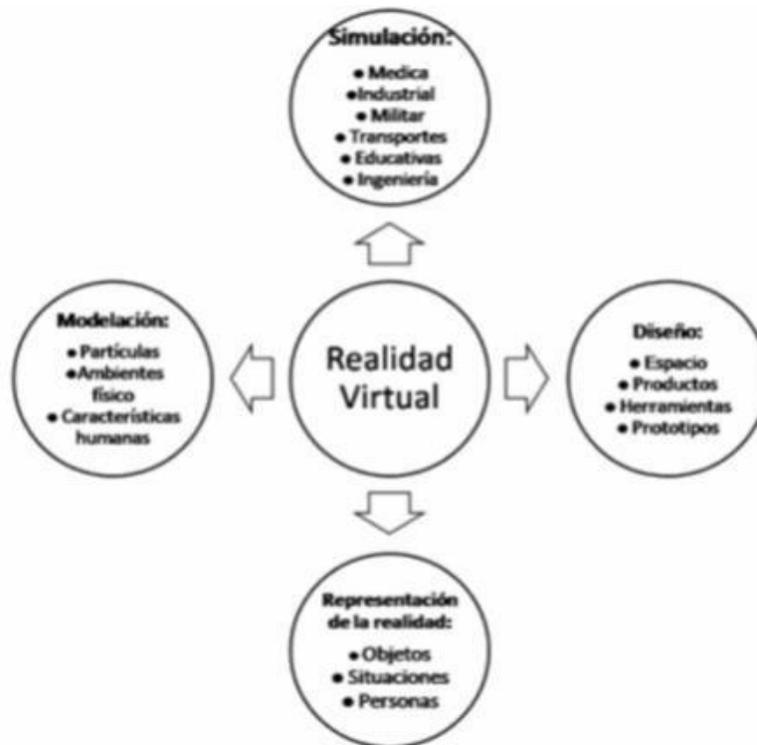
Ya teniendo una idea conceptual de lo que es la realidad virtual, se deben mencionar ciertas características que hacen parte y que logran identificar un entorno de realidad virtual computacional:

- Responde a la metáfora mundo que contiene objetos y opera con reglas de juego que varían en flexibilidad dependiendo del compromiso con la Inteligencia Artificial.
- Se expresa en lenguaje gráfico tridimensional.
- Hace de 3D una herramienta dinámica e interactiva.
- Permite vivenciar experiencias controladas.
- Da la posibilidad de tratamientos de desensibilización sistemática.
- Su comportamiento es dinámico y opera en tiempo real.
- Sus estímulos hacen real lo virtual.
- Su operación está basada en la incorporación del usuario en el “interior” del medio computarizado.
- Su relación con el usuario hace que el aprendizaje sea más intenso.
- Requiere que, en principio, haya una suspensión de la incredulidad como recurso para lograr la integración del usuario al mundo virtual al que ingresa.
- Posee la capacidad de reaccionar ante el usuario, ofreciéndole, en su modalidad más avanzada, una experiencia inmersiva, interactiva y multisensorial.

- Puede ser utilizada en toda la industria de la capacitación y entrenamiento.
- Abre las alternativas donde el único límite es la imaginación del hombre.

(Grado, T. DE, Magali Suxo Casas, 2017).

En la siguiente imagen se expresa de manera gráfica la utilidad de la realidad virtual en los diferentes campos profesionales.



*Figura 1. Campos de la realidad virtual Tomada de (Alberto et al., 2014)*

### **2.4.1 Sistema de realidad virtual de inmersión total:**

Se busca aislar al usuario del mundo exterior en su totalidad, permitiendo que el usuario solo se centre en la plataforma soportado por herramientas como trajes, pantallas, cascos, guantes y caminadora, logrando que el usuario esté en una inmersión total en la plataforma, se usa mucho en áreas de entrenamiento y capacitación físico-técnica, según (Alberto et al., 2014) la inmersión total es la mejor opción cuando se trata de transmitir información multisensorial ya que restringe cualquier tipo de interferencia del usuario en el mundo exterior, logrando sincronía y asimilación parcial del entorno en el que el usuario está explorando.

### **2.4.2 Sistema de realidad virtual semi-inmersiva:**

El usuario experimenta una sensación de estar inmerso ligeramente en el entorno emulado, este tipo de inmersión se realiza a través de pantallas estereoscópicas, se usan 4 pantallas en forma de cubo tres para las paredes y otra para el suelo, es indispensable utilizar gafas especializadas y adaptadas para el simulador y un dispositivo que permita monitorear el seguimiento de la cabeza, esto se usa cuando se requiere que el usuario mantenga parcialmente elementos que se encuentran en el mundo exterior físico.

### **2.4.3 Sistemas de realidad virtual de escritorio o no inmersiva:**

Es el más económico sistema de realidad virtual, generalmente necesita un monitor donde estará la parte gráfica del sistema a emular, un mouse para manejar la visualización y movimientos de la cámara y un joystick para realizar los movimientos de avance y de

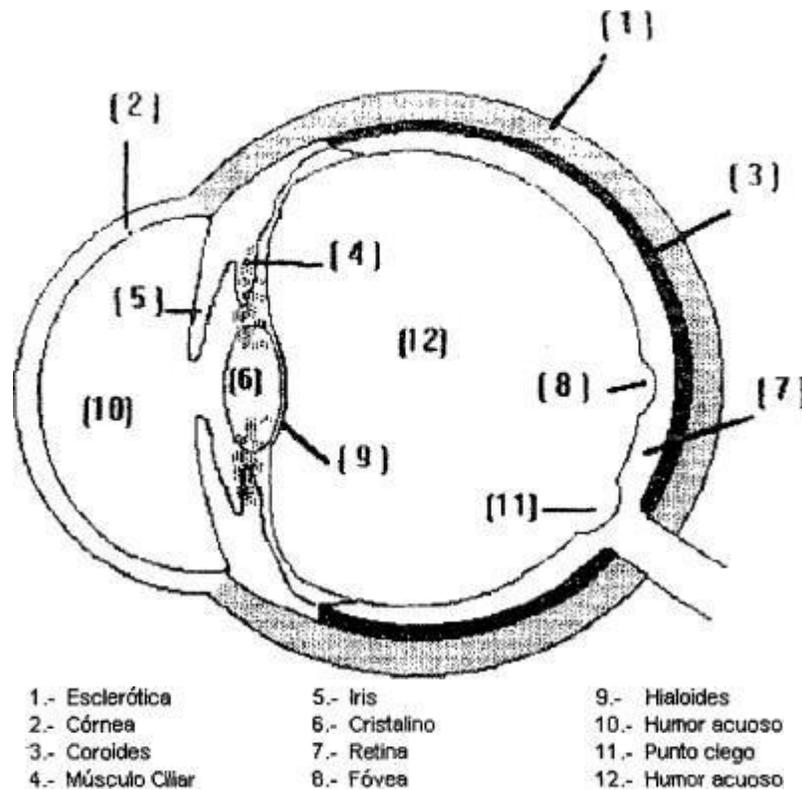
recorrido por el sistema emulado, estos sistemas carecen por completo de reacciones o sensaciones de una inmersión en el usuario. “Este tipo es el más idóneo para visualizaciones científicas, lo más extendido es como medio de entretenimiento.”(Grado, T. DE, Magali Suxo Casas, 2017).

#### **2.4.4 Fundamentos Fisiológicos:**

En la realidad virtual se trabaja mucho el concepto de la percepción que para resumirlo en pocas palabras, viene siendo el mecanismo por el cual generamos deducciones y sensaciones de la información que estamos recibiendo de nuestro entorno, la sensaciones van de la mano con los sentidos de un ser humano, y hay un sentido muy particular que es la visión, ¿por qué? es muy sencilla la respuesta, resulta que se ha demostrado con estudios según (*Vittrea / Las Partes Del Ojo: 80% de La Información Sensorial Llega a Través de Nuestros Ojos*, n.d.) el 80% de la información sensorial que recibimos proviene de la visión, con estos datos es impensable no tener el ojo humano como eje para implementar esquemas de simulación en entornos virtuales, por lo cual estudiar y adaptar su comportamiento es clave para generar un buen producto de realidad virtual, “En realidad virtual las imágenes se encuentran a una distancia muy corta debido a que los monitores de los cascos se sitúan muy cerca de los ojos. Esto hace que el proceso de acomodación del ojo tenga que ser mayor, ya que los músculos ciliares deben aumentar más el espesor de la lente y de esta forma incrementar la curvatura de la misma para poder enfocar mejor las imágenes. Esto supone un sobreesfuerzo del ojo, lo cual provoca

que al cabo de poco tiempo el ojo se cansa, pudiéndose producir ciertos mareos.”  
(Luis, A., García, G, 2000).

Por tanto se debe tomar las precauciones para que efectos como las luz, colores, distancia y fotograma no generen molestias visuales que limiten la abstracción de información sensorial proporcionada.



*Imagen 1. Estructura del ojo humano Tomada de (Luis et al., 2000)*

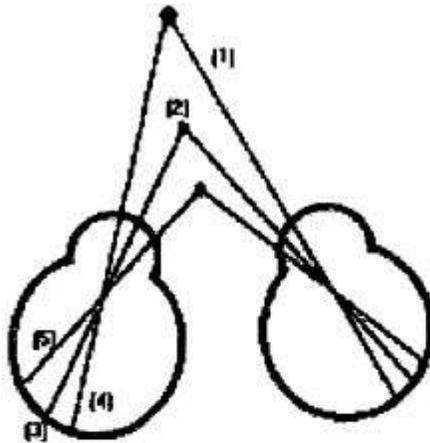
### **2.4.5 Fundamentos psicológicos:**

En el campo psicológico se debe tener en cuenta las experiencias vividas, el recuerdo de una experiencia en particular puede llegar a generar reacciones corporales de inmediato sin la necesidad de actividad física previa, esto genera

emociones que rechazan o asimilan esa experiencia vivida ya que forja la personalidad de un ser humano al momento de tomar decisiones. “La percepción no es algo exclusivo del espacio sino también del tiempo por lo que la homogeneidad es un factor que influye también en el tiempo. Antes y después de un estímulo hay tiempo; mientras transcurre el estímulo el tiempo es homogéneo pero en el pasado y en el futuro este tiempo es heterogéneo.”(Luis, A., García, G, 2000). Con esto se debe tomar en cuenta al momento de generar los entornos virtuales la luminosidad de los colores, donde el rojo tiende a llamar la atención que si lo comparamos con el azul donde para la percepción del usuario destaca muy poco, de manera que se debe guiar al usuario con estímulos a través de los colores que logren atrapar su atención y generar dichas experiencias para que asimile el entorno virtual buscando despertar las reacciones corporales en base a similitudes en sus recuerdos experimentales.

Como los dos ojos están separados unos 6 cm, está claro que cada ojo ve el mundo un poco diferente uno de otro. Por este motivo, los objetos en 3D producen imágenes ligeramente diferentes en las dos retinas. Esto se demuestra cerrando un ojo y después el otro, con lo que comprobaremos que las imágenes que nos llegan a través de cada ojo son ligeramente diferentes. Somos capaces de adaptar esta disparidad por medio de la fusión sensorial, es decir, fijando ambos ojos en un punto y posicionándose de tal forma que las imágenes caigan en la posición del ojo izquierdo y del ojo derecho exactamente, con lo que

nosotros vemos una sola imagen. No obstante, cuando fijamos nuestra mirada en un objeto tridimensional la posición no es perfecta. (Luis, A., García, G, 2000).



- (1) Líneas de proyección a la retina
- (2) Punto de fijación
- (3) Punto del centro de la retina donde se proyecta el punto de fijación
- (4) Lo interpreta como lejos. (5) Lo interpreta como cerca

*Imagen 2. Proyección visual ojo humano Tomada de (Luis et al., 2000)*

## **2.5 ASPECTOS CLAVES PARA LA CREACIÓN DE UN ENTORNO VIRTUAL**

Según (Luis, A., García, G, 2000) los aspectos claves a tener en cuentas son:

- Definición detallada de los bordes y simplicidad en la implementación de texturas.
- Abstenerse de implementar gráficos con alto grado de luminosidad.
- Se debe tener en cuenta la psicología de los colores para llamar la atención positivamente del usuario.

- Los objetos deben desaparecer de forma gradual y no bruscamente, esto se hace variando el color del objeto hasta que se mimetice con el color del fondo.
- Figuras fuertes sobre fondos suaves desarrollan mejor articulación.
- Es más eficiente desarrollar objetos con figuras como círculos y cuadrados que con líneas.
- Las líneas gruesas se mueven más despacio que las líneas finas.
- Para crear 3 dimensiones se debe tomar en cuenta el algoritmo Marr Poggio.
- Crear espacios virtuales con puntos de atención prefijados por el usuario.

## **2.6 MARCO LEGAL**

(CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991 PREAMBULO EL PUEBLO DE COLOMBIA, n.d.)

Constitución Política de Colombia ley 170 de 1994: “por medio de la cual se aprueba el Acuerdo por el que se establece la Organización Mundial de Comercio (OMC). Artículo 10: 1. “Los programas de ordenador, sean programas fuente o programas objeto, serán protegidos como obras literarias en virtud del Convenio de Berna (1971).”

Constitución Política de Colombia ley 565 de 2000 por medio de la cual se aprueba el Tratado de la OMPI sobre Derechos de Autor, adoptado en Ginebra el 20 de diciembre de 1996. Artículo 4: “Los programas de ordenador están protegidos como obras literarias en el marco de lo dispuesto en el artículo 2 del Convenio de Berna. Dicha protección se aplica a los programas de ordenador, cualquiera que sea su modo o forma de expresión.”

Decisión 351 de 1993 (Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos).  
Comunidad Andina. Artículo 23: “Los programas de ordenador se protegen en los mismos términos que las obras literarias sin perjuicio de ello, los autores o titulares de los programas de ordenador podrán autorizarlas modificaciones necesarias para la correcta utilización de los programas”.

# **CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO**

## **3.1 PARADIGMA**

Esta investigación se fundamenta en el paradigma positivista porque aplicamos y validamos el conocimiento y la experiencia adquirida en el área de la realidad virtual, para comenzar la investigación se debe tener claridad sobre lo que vamos a estudiar para poder medirlo. Esto permite de manera clara planear la investigación y tomar ventaja.

## **3.2 ENFOQUE**

La mayoría de elementos de estudio son cuantitativos, sin descartar que existen algunas variables cualitativas que se van a tratar, lo que mejora aún más los procesos de evaluación y conclusión de las tomas de datos.

## **3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque cuantitativo busca principalmente la dispersión o expansión de los datos e informaciones (Sampieri Hernandez, 2003). De manera que a partir de la información recolectada y estudiada se realiza la planificación para el diseño del proyecto, se ha definido a este mismo dentro del campo de investigación cuantitativa por el análisis de los datos y variables matemáticas que en él intervienen.

El estudio consiste en determinar en qué forma los parámetros vitales son afectados con el uso de la realidad virtual en ambientes que producen fobias. La fobia seleccionada fue:

miedo a las alturas. La selección de esta fobia se basó en la facilidad de representarla en realidad virtual.

Los individuos son sometidos a resolver una encuesta sencilla de datos personales que no debe generar ningún tipo de estrés; durante esta sección se miden los parámetros vitales y se toman como referencia para compararlos con los tomados en las secciones de realidad virtual.

El propósito de la toma de datos es extraer un invariante que interese o que diga cómo evolucionan los signos vitales con exposición a ambientes virtuales. Estos resultados están basados en una hipótesis que se va a comprobar. El paso siguiente es decidir qué tipo de patrón se está buscando en los datos. Al estar expuestos a ambientes virtuales la variabilidad de la frecuencia cardíaca debe aumentar, la frecuencia fundamental de la voz aumentar y la temperatura corporal disminuir. Este patrón determina el método que se va a seguir en el análisis matemático. Se contrastan los datos de la encuesta, donde el individuo está en reposo con los datos tomados de las secciones de realidad virtual. Por otra parte, se contrastan las variables cualitativas con las variables cuantitativas para determinar si existe relación entre las fobias que los individuos dicen tener con los resultados de los datos tomados en los ambientes virtuales.

### **3.4 POBLACIÓN**

Hernández, Fernández y Baptista (2010) define a la población como: “El conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. Las personas que están diagnosticadas con acrofobia serían quienes usarían nuestro programa de realidad virtual y los que manipulan y orientan el uso de este software de realidad virtual son los psicólogos que realicen tratamientos de acrofobia.

### **3.5 MUESTRA**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) “la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tienen que definirse o delimitarse de antemano con precisión, esto deberá ser representativo de dicha población”. Se consideró el muestreo del método no probabilístico. Se elegirá 1 profesional de psicología egresado en el año 2018 de la Universidad Simón Bolívar sede Cúcuta para experimentar.

### **3.6 METODOLOGÍA DE DESARROLLO**

La metodología a usar será la VRML que se adapta a la realidad virtual ya que está dirigido para el desarrollo de estos entornos virtuales, VRML (sigla del inglés Virtual Reality Modeling Language), no es un lenguaje de programación, es un lenguaje que permite especificar mundos virtuales, es el formato estándar internacional (ISO/IEC 14772) de archivos para describir multimedia interactiva 3d en internet, VRML está diseñado para ser utilizado en sectores como internet, intranets y en redes de área local incluyendo también la posibilidad de habilitar los mundos virtuales compartidos.

### 3.6.1 CARACTERÍSTICAS

Segun (Vinicio, Marco,Andino, Galeas, 2013) las principales características de los archivos VRML son:

- Desarrollo simple en programas de ordenador con la capacidad de crear, editar y mantener archivos VRML, también su conversión automatizada de formatos externos de modelado 3D a formato VRML.
- Permite la reutilización y combinación de objetos dinámicos 3D dentro de los mundos virtuales.
- Creación de entornos 3D de un tamaño arbitrario.
- Permite definir nuevos objetos dinámicos 3D.
- Amplia compatibilidad de ejecución en diferentes plataformas sin genera bajo rendimiento o capacidades limitadas.

Según (Macdonald, 2004), un proyecto VRML pueden ser divididos en 7 etapas que mostraremos a continuación.

- Especificación.
- Planificación
- Muestreo
- Diseño
- Construcción.
- Pruebas.
- Publicación.

### 3.6.2 ESPECIFICACIÓN

En esta parte es donde nosotros definimos lo que hará el software, generando una pequeña descripción detallado de lo que se busca emular , también se deja en claro cuál es el perfil del usuario que requiere el software, así como incluir los recursos indispensables para la ejecución y desarrollo del software sin olvidar cómo se generara la interacción con el usuario final, antes de realizar esta parte del proyecto (Macdonald, 2004) nos dice que se deben considerar 2 tipos fundamentales del proyecto.

- **Proyecto profesional:** Este consiste en modelar sitios reales, lo que busca es plasmar en modelado 3D objetos que tiene su ubicación ya definida, por lo cual la creatividad e imaginación quedarían relegadas.
- **Proyecto artístico:** En este caso todo el modelamiento de inicio a fin de la autoría del desarrollador, ya que todo el entorno desarrollado surgen de las ideas del desarrollador y diseñador, lo más importante en este proyecto es el ideal estético, por lo cual es muy importante diseñar la leyes que establezcan cuál será el comportamiento del entorno a desarrollar.

El siguiente es el paso a paso propuesto por (Macdonald, 2004) para la elaboración del documento de especificación del proyecto VRML:

- **Descripción:** Se dice en que consiste el proyecto, sus detalles y la finalidad.
- **Usuarios y clientes:** Se describe los perfiles que deben cumplir los usuarios del software, también importante anotar quien encarga el proyecto.
- **Recursos necesarios:** se identifican los recursos necesarios para la elaboración del desarrollo del software.

- **Requerimientos funcionales:** se establece como debe ser la interacción con el usuario.
- **Restricciones estéticas:** Su principal función es que el resultado final se pueda identificar con el modelado, por lo que es necesario tener una constante revisión de las listas de los objetos a modelar confirmando o corrigiendo, esto genera que la lista aumenta o decrece.
- **Restricciones técnicas:** El archivo debe estar cargado en memoria para poder ser visualizado, utilizando texturas para mostrar un alto grado de realismo al entorno por emular.
- **Restricciones de equipamiento computacional:** restricciones (HW/SW), lo mínimo es un PC con 512Mb de RAM y procesador Pentium 4 de 1.7 GHz. Lo ideal es PC con 4 Gb de RAM y procesador Intel Core i3 de 2.5GHz, dependiendo del proyecto.  
(Grado, T. DE, Magali Suxo Casas, 2017).

### 3.6.3 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Esta etapa nos permite saber cuándo y cómo vamos a construir el modelado 3D, se debe tener en cuenta que el cuándo está directamente influido por el número de personas implicadas en el proyecto, ya que algunos son los encargados de fijar las condiciones temporales del proyecto, el cómo construir dependerá de la complejidad del proyecto, ya que no es lo mismo modelar una ciudad con edificios paralelogramos, que un modelo de transbordador espacial para ser frecuentado por posibles ocupantes. Una adecuada planificación me permite realizar una evaluación económica del proyecto, por lo que los costos durante cada fase del proyecto llegan a ser fáciles de calcular y plasmar en el

documento, “Todos estos ítems pueden ser resumidos en lo siguiente:  $CT = HW + SW + RRHH + CAP + OTR$

Dónde: CT representa los costos totales incurridos, HW representa el costo en Hardware, SW representa el costo en Software, RRHH representa el costo en recursos humanos y CAP el costo de capacitación y OTR representa los otros ítems a considerar (Macdonald, 2004)” (Grado, T. DE, Magali Suxo Casas, 2017).

### **3.6.4 MUESTREO**

En esta etapa se debe almacenar todos los antecedente respecto al objeto a modelar, por lo general se toman fotografías o croquis del objeto, se deben tener un pleno conocimiento de los comportamientos que gobiernan el movimiento de cada uno de los componentes, Según (Macdonald, 2004) para el caso de un proyecto arquitectónico el uso de planos de las diversas construcciones y/o locaciones comprometidas es muy útil por las siguientes razones:

- Permite conocer las dimensiones de las construcciones a modelar
- Se pueden determinar fácilmente las distancias entre elementos tan importantes como por ejemplo puertas y ventanas.
- Se determina la ubicación de los distintos elementos dentro de la escena (layout).

### 3.6.5 DISEÑO

Con los objetos ya identificados y listos para modelar, lo siguiente que sigue es el diseño de cada fase a desarrollar, este modelo debe seguir una estructura de archivo VRML que se ilustrara a continuación.

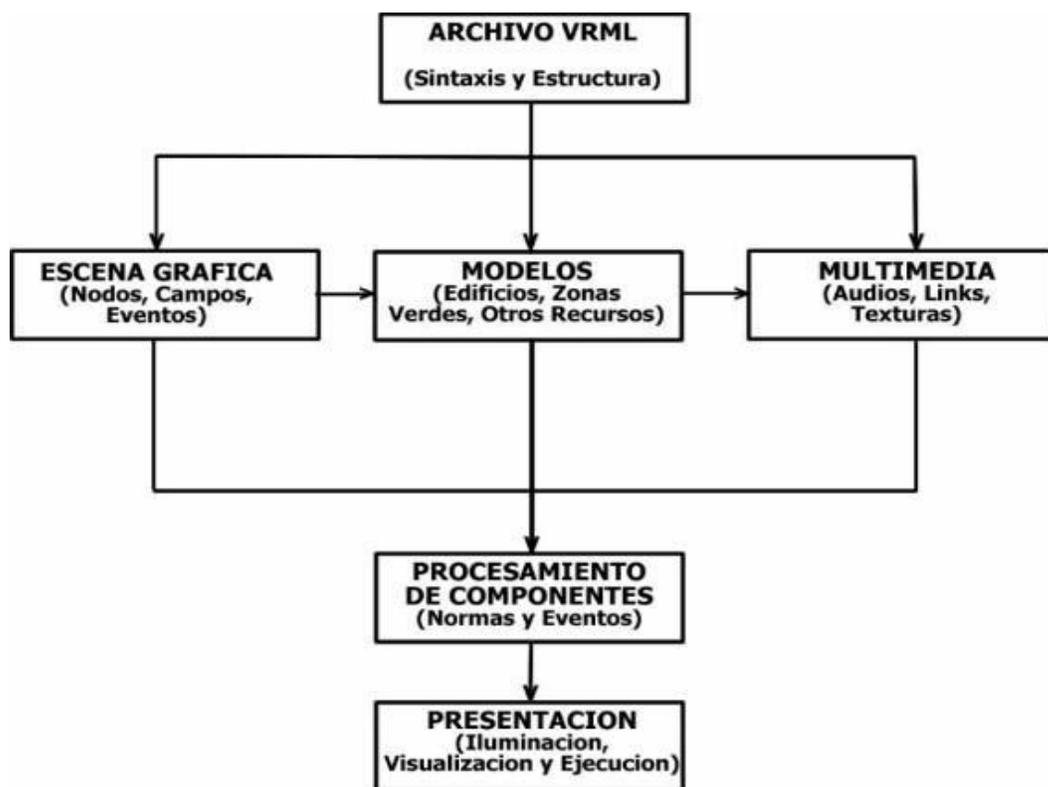


Figura 2: Estructura archivo VRML Tomada de (Superior, 2017)

Según (Macdonald, 2004) en un mundo VRML se pueden apreciar 2 tipos de componentes denominados dinámicos y estáticos, los estáticos son todas aquellas figuras geométricas que en conjunto se encargan de formar el objeto u objetos que se procede a modelar, mientras que los dinámicos conforman todos los eventos que se transmiten entre objetos

formando el mundo virtual, a través de rutas, permitiendo traducir las interacciones en movimientos, sonidos, o algún otro fenómeno perceptible para el usuario.

Existen pasos preliminares para el diseño que nos ayudan a implementar buenas prácticas al momento de emular de formas adecuada los comportamientos del modelado, estos pasos preliminares se dividen en cuatro que son:

### **Identificación de objetos:**

Se definen los objetos tomando en cuenta los análisis realizados en la especificación del modelo y de los antecedentes recogidos a partir del muestreo, esto nos permite saber cuál será el punto de partida en el modelamiento final, se aprecian los objetos que manifiesten características como lugares, estructuras, ocurrencias o sucesos y señales, estos objetos serán modelados a partir del uso de nodos.

### **Especificación de atributos:**

Se documentan cada uno de los atributos de cada objeto anteriormente identificado, de gran relevancia se especifican las dimensiones de los objetos, como las características físicas e incluso si presentan un patrón del objeto, esto ocupará los campos de los nodos “Extrapolando esto a VRML los atributos aquí especificados pasarán a ocupar el lugar de los campos de los nodos, aunque esta equivalencia no debe ser considerada directa totalmente ya que en VRML, como ya se ha mencionado, está el concepto nodo padre, nodo hijo, donde los hijos están agrupados bajo el campo children, por lo que son objetos al igual que el padre.”(Macdonald, 2004).

### **Identificación de eventos:**

se determinan que eventos se ejecutarán durante la ejecución del entorno virtual, siendo el caso de audios, textos o eventos desplegados por medio de sensores, Estos eventos pueden implicar cambios en valores de uno o más atributos, “algunos de los cambios pueden ser de posición, color, tamaño, sonido, entre otros”(Pintos et al., n.d.).

### **Comunicación entre objetos:**

La comunicación entre objetos es con mensajes, estos mensajes deben establecer una ruta, esto me permite enlazar lo objetos o sensores que hacen el llamado de los eventos.“El análisis de la especificación y los datos recabados del muestreo, deberán de indicar la existencia de estas interacciones, sobre todo en aquellos escenarios dinámicos en donde los objetos presenten variaciones en su movimiento y características físicas.”(Macdonald, 2004).

### **Construcción:**

Según (Maria Sujo, 2017) es recomendable antes de realizar modelado y ensamblaje, tener listo el diagrama para facilitar el modelado y ensamblaje de cada objeto, también incluye el diseño y construcción de los recorridos virtuales, la construcción se hace con el diagrama Entidad/Relación ya que cada objeto debe tener relación con características o atributos.

### **3.6.6 PRUEBAS**

Como bien ya se expuso en el proyecto VRML no es un lenguaje de programación, por lo cual no se puede compilar o en su defecto generar un debug para corregir los errores de sintaxis antes de ejecutarlo, por lo cual es muy importante que el browser a implementar , nos permita una detección eficiente de errores en la sintaxis.“Cortona3D de Parallel Graphics, es el browser que presenta mejor comportamiento ya que al detectar un error de sintaxis lo comunica en una ventana indicando el número de línea. El color es importante comprobar los colores tras aplicar las luces, pues los objetos reflejan la luz de manera distinta en función de las fuentes de luz que sobre ellos indican.”(Maria Suxo, 2017).

### **3.6.7 PUBLICACIÓN**

Incluimos el archivo VRML en un servidor web, se debe tener muy en cuenta que un mundo VRML debe estar cargado en memoria del pc para una adecuada visualización, ya que con un exceso de propiedades y archivos producirá distintos resultados, como posibles demoras o incluso frizado, por lo que se debe estar muy pendiente de ello.

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Las personas que sufren cualquier tipo de fobia intentan evadir como pueden y esto se representa como uno de los mayores trastornos mentales más prevalentes. Uno de los tratamientos más utilizados que existen son los de exposición. Tienen como propósito exponer al paciente a la situación que le provoca pánico, de tal forma que la situación sea repetitiva, aumente gradualmente y sistemática, hasta que el trauma se disminuya. Esto se debe al procesamiento emocional, la exposición a aquello que produce trauma proporciona una información correctora. (Rothbaum et al., 2012)

La exposición se puede realizar de una forma real, por ejemplo, si una persona les tiene miedo a las cucarachas se le puede presentar una cucaracha para que reduzca su temor, esto también puede ser efectivo si la persona recuerda una situación desagradable con una cucaracha. Una de las formas más recientes de tratar las fobias es con la utilización de la realidad virtual. Esta consiste en exponer al individuo a entornos o situaciones que le producen ansiedad por medio de esta tecnología, donde la sensación se emplea para recordar las emociones. Las investigaciones para evaluar la utilización de esta tecnología comenzaron en los años noventa, donde a medida de los años ha resultado ser útil y eficaz para el tratamiento de fobias. (Rothbaum et al., 2012)

La fobia es una sensación de angustia que no tiene la proporción debida y no racional producía a objetos o situaciones en específico, en psicología es vista como un mecanismo que los individuos emplean para defenderse de situaciones que le producen ansiedad. También se puede producir en el individuo el trastorno fóbico, el cual consiste en que

además de la fobia que produce, hace todo lo posible para evadir esa fobia, por ejemplo, no usar las escaleras, no mirar por la ventana, no pasar un puente, no subir a una montaña, etc. También puede ser que la persona se limite a realizar la acción con acompañamiento como subir a un ascensor acompañado, o con conductas de evitación racional. (*El Abordaje de Las Fobias- ClinicalKey*, n.d.)

Suelen haber diferentes tipos de fobias, hay fobias con las que las personas pueden vivir sin presentarse mayores inconvenientes, debido a que la persona no se ve expuesta a la situación o al objeto y por lo tanto no buscan ayuda. Pero hay casos cuando la persona se ve expuesta con mayor frecuencia al problema como por ejemplo subir a un ascensor, en este caso suelen buscar apoyo. (*El Abordaje de Las Fobias- ClinicalKey*, n.d.)

TABLA 1. Ejemplos clínicos de diferentes tipos de fobias
<p><b>Un episodio de acrofobia (de la película <i>Vértigo</i>)<sup>a</sup>:</b>            Scotty empieza a subir las escaleras interiores de un campanario persiguiendo a Madeleine, cuando está en el segundo piso mira por el hueco de la escalera y tiene una sensación vertiginosa en la que le parece que el suelo se aleja, tiene palpitaciones y empieza a sudar, debe seguir subiendo, y lo intenta, pero es incapaz de hacerlo. Debe agarrarse a una columna porque está a punto de desvanecerse.</p>
<p><b>Un episodio de fobia de impulsión</b>            Una madre joven está bañando a su bebé y, de pronto y sin saber por qué, le pasa por la cabeza la idea de tirar al niño al suelo. Horrorizada ante este pensamiento deja de bañar al niño. Luego se tranquiliza pensando que son tonterías. Al día siguiente vuelve a intentar bañar al niño, pero la idea aparece de nuevo, aterrándola. Tiene miedo a no poder controlar el impulso. Piensa que quizá se está volviendo loca.</p>
<p><b>Fobia a las agujas (testimonio modificado de un foro de internet)<sup>b</sup>:</b>            La última vez que me hice unos análisis me tuvieron que sujetar entre 3 enfermeras. ¡Con mis 26 años! ¡Que vergüenza! Pero es que me pongo fatal... antes de entrar a que me pinchen me va el corazón a mil. Tengo ganas de vomitar... y una vez que entro es aún peor, aunque no mire la aguja –que no la miro– me empiezo a sentir fatal, me mareo, me pongo histérica... Tengo pánico a desmayarme... siempre me tumban para hacérmelo, pero bueno, supongo que tumbada también te puedes desmayar ¿no? El caso es que mañana me tienen que hacer unos análisis y ya estoy temblando.</p>
<p><sup>a</sup>Hitchcock A (Dir.). <i>Vertigo</i>. [Movie clip - The Bell Tower]. Paramount Pictures, 1958. Accesible en: <a href="http://youtu.be/GjPck494e5Q">http://youtu.be/GjPck494e5Q</a>  <sup>b</sup>Testimonio modificado del foro Enfemenino.com. Accesible en: <a href="http://foro.enfemenino.com/forum/psycho">http://foro.enfemenino.com/forum/psycho</a><sup>1</sup></p>

**Tabla 1: Tipos de Fobias (El Abordaje de Las Fobias- ClinicalKey, n.d.)**

Según (*Understanding Virtual Reality - 2nd Edition*, n.d.) la realidad virtual se define como “un conjunto de tecnologías que permiten crear un entorno mediante la simulación de los estímulos sensoriales y la captura de los movimientos de los usuarios, favoreciendo así la interacción entre el entorno y el usuario de forma tal que este se sienta inmerso en el entorno virtual o incluso parte de él”. La realidad virtual se trata de un sistema que recibe entradas, son procesadas y generan una salida. Las tecnologías de realidad virtual han avanzado en los últimos años de una forma exponencial, al igual que la implementación de estos.

*(Realidad Virtual Como Herramienta En Fisioterapia, ¿ficción o Realidad?- ClinicalKey, n.d.)* Mientras más sienta el individuo que está sumergido en el mundo virtual y aislado del mundo real, mayor será el arraigo de la experiencia, se han ido incorporando a medida de los años diferentes áreas tecnológicas que contribuyen a la realidad virtual. La interacción entre el usuario y el entorno virtual se produce cuando el usuario realiza un movimiento y el entorno virtual responde automáticamente en consecuencia y donde el usuario ejerza cierto control sobre este. Mientras el usuario se sienta más parte del entorno virtual, mayor será el efecto que produce, esto se logra a medida que se van incorporando mayores modalidades sensoriales, sin embargo, una modalidad sensorial puede producir efectos positivos, siempre y cuando sean congruentes los estímulos producidos en el sistema y los que recibe del exterior. Los sistemas de realidad virtual por lo general permiten visualizar escenarios virtuales, es decir, que no existen en la realidad, pero se le asemejan, como un río, un ascensor, unas escaleras, etc. En el proyecto se llevaron a cabo herramientas de realidad virtual para el tratamiento de problemas fisioterapéuticos donde los resultados obtenidos fueron satisfactorios, ya que los pacientes produjeron mejoras significativas. Además evidencian que hay un gran campo para desarrollar con la realidad virtual y con los avances de las nuevas tecnologías su uso aumentará exponencialmente produciendo mejores experiencias.

(De Ingeniería & Sistemas, 2018) En el trabajo se realizó un software para el tratamiento de la acrofobia por medio de realidad virtual, el cual se denominó “Superando las alturas” usando el dispositivo OCULUS RIFT (gafas de realidad virtual). Y se emplearon herramientas como Unity para la creación de entornos virtuales, dependiendo de la

necesidad del paciente se le determinaba un escenario y diferentes escenarios. De las 10 personas que probaron la aplicación, el 87% demostró mejoras después de la exposición al entorno virtual. Recomiendan la realidad virtual para tratar este tipo de fobia, ya que las personas no se ven expuestas a ningún tipo de peligro, ni a producir mayores traumas.

Alumnos de la Universidad del Valle llevaron a cabo un estudio y análisis con respecto a la realidad virtual como tratamiento para la acrofobia por medio de artículos ya existentes y plataformas de realidad virtual, donde muestran que la realidad virtual ha sido una terapia eficaz en la personas que sufren la fobia, presentando una mejora en los cuestionarios realizados del 20.6 y 6.39% en comparación con los resultados de las terapias convencionales. (Bibliográfica Alumna et al., 2019)

(De Casos et al., 2001) En el trabajo se utiliza la realidad virtual como herramienta para tratar la fobia a volar, donde muestran diversos contextos realizados para tratar la fobia, a través de la RV, además de mostrar estudios de casos para sustentar su eficacia. El caso que se realizó fue a una mujer de 41 años, la cual manifestó tener fobia a volar, paso por medio de dos filtros para determinar si realmente su problema era el miedo a volar y no consistía en algún otro problema psicológico, una vez fueron aprobados los filtros, la persona paso a la etapa del tratamiento por medio de la realidad virtual.

Durante las dos primeras semanas como se evidencia en las tres figuras la mujer mantenía la fobia a tal punto de pensar que el avión se iba a estrellar y todos abordos tendrían un accidente, hasta que se le aplicó el tratamiento, mejoró satisfactoriamente, después de haberle seguimiento a la persona durante un tiempo, manifestó haber volado sola en avión.

(De Casos et al., 2001)



El trastorno de pánico con agorafobia es uno de los más peligrosos, ya que estos, se producen por pánico a lugares y tratan de evitarlos a toda costa, pero cuando se encuentran en estos lugares es muy difícil salir de ellos, porque estos les producen ataques de pánico y preocupación por estos, los lleva a que se produzcan otros, lo que los vuelve un ciclo y difícil de salir de ellos. Una de las ventajas de tratar este trastorno con realidad virtual es que no tienen que esperar que se produzca la situación, se puede emular las veces que sean necesarias por medio del entorno virtual produciendo el sobre aprendizaje y las posibilidades de mejorarse. (Cristina et al., n.d.)

Los tratamientos de realidad virtual se han llevado a cabo en diferentes áreas de trastornos mentales, en algunos de estos se están comenzando a realizar estudios y aún no se han obtenido resultados, pero en la mayoría donde se han llevado a cabo, los resultados han sido satisfactorios, lo cual lleva a querer experimentar en más trastornos. Con los resultados de diferentes estudios realizados con respecto a la realidad virtual como tratamiento de exposición directa, se puede afirmar que es tan eficaz como la exposición en vivo. (Cristina et al., n.d.)

En el trabajo se realizó una investigación en bases de datos científicas reconocida sobre los sistemas de realidad virtual para tratar la recuperación de personas con ictus, evaluando la efectividad de estos, de estos se seleccionó los pacientes en fase de subaguda y crónica postictus. Se obtuvo que las personas que se exponían en tratamientos con realidad virtual, la activación del córtex sensitivo motor en la zona del cerebro lastimada, los tratamientos suelen durar entre 4 y 5 semanas, por lo tanto, las personas mejoran significativamente. (Bayn & Martnez, 2010)

En el trabajo se analiza una comparación entre la exposición con entornos virtuales y reales para el tratamiento de la acrofobia, EL estudio se les hizo a 33 personas que padecían de miedo a las alturas. Los entornos de realidad virtual se hicieron muy parecidos a los reales, con el fin de hacer la experiencia lo más parecida. Los estudios y el seguimiento mostraron una efectividad con respecto a la ansiedad y la evitación en el trastorno. Se midió con el Cuestionario de acrofobia (AQ), Cuestionario de actitud hacia las alturas (ATHQ) y la prueba de evitación conductual (BAT), representando un bajo costo y con accesibilidad en cualquier momento. (Emmelkamp et al., 2002)

Condition <sup>a</sup>	Pre-test		Post-test		Follow-up	
	In vivo (n=16)	VR (n=17)	In vivo (n=16)	VR (n=17)	In vivo (n=13)	VR (n=16)
BAT	12.12 (4.18)	11.42 (4.22)	17.52 (6.08)	16.83 (7.03)	–	–
AQ-anxiety	59.06 (17.12)	57.12 (12.18)	42.19 (17.14)	36.12 (20.56)	40.69 (17.03)	36.25 (19.12)
AQ-avoidance	15.38 (4.83)	14.00 (4.36)	9.44 (4.27)	8.53 (6.10)	9.88 (5.52)	8.53 (4.94)
ATHQ	43.50 (8.58)	45.94 (8.27)	34.25 (10.66)	31.18 (14.00)	33.15 (9.88)	33.13 (13.82)

a

Exception for BAT in vivo n =15 and VR n =16 (pre- and post-, no follow-up data).

Tabla 2: Cuestionario AQ tomada de (Emmelkamp et al., 2002)

# **CAPÍTULO V. DETERMINACION DE LAS HERRAMIENTAS**

En este capítulo se identificarán, estudiarán, describirán y seleccionarán las principales herramientas tecnológicas para el desarrollo de un software basado en la Realidad Virtual, así como también se detallarán los elementos materiales requeridos para la operatividad del mismo.

## **5.1 MOTORES DE VIDEOJUEGOS:**

Los motores de videojuegos son una serie de librerías que básicamente nos permiten el diseño, la creación y la representación de un videojuego, uno de los aspectos más importantes a la hora de elegir entre todos los software que existen en el mercado son las capacidades gráficas, pues estas se encargan de mostrar las imágenes 2d y 3D en pantalla, también calcular algunos aspectos como los polígonos, la iluminación, las texturas etc. Otras de las características que se tendrán en cuenta a la hora de la elección son la facilidad de aprender a usar el motor de videojuegos y la facilidad para exportar el juego a diferentes plataformas. Entre los principales motores de videojuegos que analizaremos a continuación destacamos:



*Imagen 3 Motores de Videojuego más usados Elaboración Propia (2020).*

### 5.1.1 UNITY

#### **DEFINICIÓN:**

Unity 3D es una herramienta que nos permitirá crear y diseñar modelos en 3D para diversas plataformas, podremos importar nuestros modelos 3D, texturas, sonidos, etc. Se puede desarrollar videojuegos y aplicaciones lúdicas mediante un editor de escenas y un modo de desarrollo para escritura de código en C# o JavaScript. (*Creador y Editor de Juegos 2D y 3D | Software de Realidad Aumentada/Virtual | Motor de Juegos | Unity, 2020*)

#### **CARACTERÍSTICAS:**

- Unity es un sistema de desarrollo único. Está enfocado en los assets y no en el código, el foco en los assets es similar al de una aplicación de modelado 3D.
- Unity es una herramienta que no engloba únicamente motores para el renderizado de imágenes, de físicas de 2D/3D, de audio, de animaciones y otros motores, sino

que engloba además herramientas de networking para multijugador, herramientas de navegación NavMesh para Inteligencia Artificial o soporte de Realidad Virtual.

- Unity puede usarse junto con Blender, 3ds Max, Maya, Softimage, Modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks y Allegorithmic Substance. Los cambios realizados a los objetos creados con estos productos se actualizan automáticamente en todas las instancias de ese objeto durante todo el proyecto sin necesidad de volver a importar manualmente.
- El motor gráfico utiliza OpenGL (en Windows, Mac y Linux), Direct3D (solo en Windows), OpenGL ES (en Android y iOS), e interfaces propietarias (Wii). Tiene soporte para mapeado de relieve, mapeado de reflejos, mapeado por paralaje, oclusión ambiental en espacio de pantalla, sombras dinámicas utilizando mapas de sombras, render a textura y efectos de post-procesamiento de pantalla completa. (*Unity - Manual: Unity User Manual (2019.4 LTS)*)

## **VENTAJAS**

- Multiplataforma.
- Fácil de usar.
- Tienda de complementos para los diseños en 3D.
- Utiliza dos lenguajes simples y sencillos que son JavaScript y C#. (*Unity - Manual: Unity User Manual (2019.4 LTS)*)

## **DESVENTAJAS**

- Mala gestión de la memoria (las librerías .Net pueden resultar lentas a veces)

- Poca calidad de creación de terrenos de base
- Bugs que necesitan un parche posterior para solucionarse. (*Unity - Manual: Unity User Manual (2019.4 LTS)*)

## **INTERFAZ**

Según (*Unity - Manual: Interfaces de Usuario (UI)*, 2020), Unity proporciona los siguientes kits de herramientas de interfaz de usuario (UI) para crear en Unity Editor o en una aplicación:

- UIElements: User Interface Elements (UIElements) es un kit de herramientas de IU en modo retenido para desarrollar interfaces de usuario en Unity Editor. UIElements se basa en tecnologías web reconocidas y admite hojas de estilo, manejo de eventos dinámicos y contextuales y persistencia de datos.
- Unity UI (paquete): el paquete Unity User Interface (Unity UI) proporciona un conjunto de herramientas de UI simple para desarrollar interfaces de usuario para juegos y aplicaciones. Unity UI es un sistema de UI basado en GameObject que utiliza componentes y Game View para organizar, posicionar y diseñar la interfaz de usuario.
- ImGui: la interfaz gráfica de usuario de modo inmediato (ImGui), es un conjunto de herramientas de interfaz de usuario basado en código que está pensado principalmente como una herramienta para desarrolladores. ImGui usa la OnGUI función (y los scripts que implementan la función OnGUI) para dibujar y administrar su interfaz de usuario, también se puede usar ImGui para crear pantallas de depuración en el juego, inspectores personalizados para componentes de script y ventanas o herramientas que amplían Unity Editor.



Imagen 4. Unity - Manual: Interfaces de Usuario (UI), (2020)

## **PORTABILIDAD**

### **Ordenadores personales y web:**

- Windows
- Mac
- Linux/Steam OS
- WebGL
- Facebook Gameroom

### **Dispositivos móviles:**

- iOS
- Android
- Windows Phone
- Tizen

- Fire OS
- Windows Store Apps

### **Realidad Virtual:**

- Oculus Rift
- Google Cardboard
- Steam VR
- Playstation VR
- Gear VR
- Daydream
- Microsoft Hololens

**Videoconsolas:**

- Playstation 4
- Playstation 5
- Xbox One
- WiiU
- Nintendo 3DS

- Nintendo Switch

**Smart TV:**

- Android TV
- Samsung Smart TV
- tvOS

## 5.1.2 GAMEMAKER STUDIO

Game Maker Studio es una herramienta orientada al desarrollo de videojuegos, se caracteriza por ser una herramienta flexible e intuitiva para los desarrolladores, facilitando el desarrollo para las personas que no están familiarizadas con la herramienta o con el lenguaje de programación llamado GML (Game Maker Language) utilizado como complemento de la herramienta de desarrollo para crear videojuegos más personalizados, con mayor flexibilidad y control sobre las acciones estándar del programa (Aravena, 2016). Los desarrollos más comunes con esta herramienta son los juegos 2D, sin embargo se pueden desarrollar juegos 3D, Game Maker Studio dispone de distintas versiones, una gratuita que permite exportar los juegos que se han creado en Windows, y una licencia de pago con características de desarrollo adicionales, con una vertiente multiplataforma, que permite exportar los juegos para diferentes plataformas como Windows, MAC, Linux, iOS, Android, Windows Phone y actualmente para videoconsolas como PS3, PS4, PSVista y Xbox (Delgado, 2016).

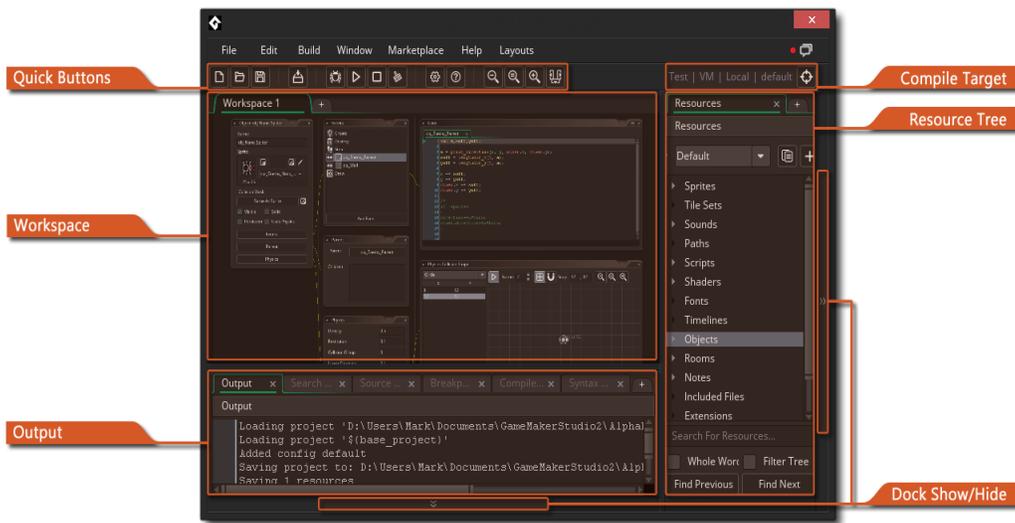


Imagen 5 (WorkSpaces de Game Maker Studio 2 |Aprende Game Maker, n.d.)

## **RECURSOS DE LA HERRAMIENTA**

Game Maker Studio proporciona por defecto una estructura organizada de carpetas, donde se almacenan los distintos tipos de objetos y recursos permitidos para el desarrollo del videojuego como: sprites, sonidos, fondos, scripts, objetos, rooms y otros recursos disponibles para su creación (Cuñat, 2014).

A continuación, se detallan los recursos más importantes, en el orden adecuado para la implementación de un videojuego, sin embargo, el desarrollador puede explotar todos los recursos disponibles, para obtener un resultado profesional.

<b>Recurso</b>	<b>Descripción</b>
<b>Sprites</b>	Son archivos de imagen que contienen una representación visual de los objetos que se mostrarán en la pantalla o room, y que pueden ser editados con el editor interno de la herramienta.
<b>Sonidos</b>	Los recursos de sonido se pueden añadir y editar con la herramienta o con un editor externo vinculado con Game Maker.
<b>Fondos</b>	Son las imágenes que normalmente son grandes y se usan para el fondo de la ventana del juego, pueden crearse con cualquier editor gráfico e importarse desde Game Maker.
<b>Scripts</b>	Son fragmentos de código GML que realizan una tarea en específico.
<b>Objetos</b>	Un objeto consiste en la encapsulación de un sprite y de su comportamiento dentro de una misma entidad dentro del juego, además, Game Maker provee una colección de eventos para simplificar la programación de estos.
<b>Rooms</b>	Las rooms corresponden a lo que se define como “nivel”, y encapsula diferentes propiedades, una imagen de fondo y los objetos incluidos en la room.

Tabla 3. Recursos de Game Maker Studio.

Una vez incluidos todos los objetos necesarios con las configuraciones de su comportamiento, solo resta compilar y ejecutar el videojuego, para ver el funcionamiento del juego en una ventana emergente.

### **VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

Según Herdoíza (2014), Game Maker Studio al ser una herramienta de desarrollo de videojuegos diseñado para principiantes y profesionales de la rama, tiene ventajas y desventajas las cuales se detallan a continuación.

#### **VENTAJAS**

- Interfaz sencilla (arrastrar y soltar).
- Lenguaje de programación GML (programación en código).

- Menor código de programación, por ende, menor tiempo en implementación.

- Se puede exportar para múltiples plataformas, con el mismo código del juego.

### **DESVENTAJAS**

- Costo de los complementos para exportar a las distintas plataformas.
- Limitaciones para el desarrollo de videojuegos 3D.

Game Maker Studio tiene puntos muy fuertes a su favor, está diseñado para usuarios que no se encuentran familiarizados con la programación y para profesionales en el área que se orientan por el desarrollo de videojuegos, obteniendo resultados sorprendentes, a pesar de que la herramienta se encuentre diseñada para juegos 2D, con un grado de programación avanzado se pueden llegar a conseguir juegos en 3D, convirtiéndola en una alternativa para cualquier desarrollador sea novato o experto (Herdoíza, 2014).

### **5.1.3 UNREAL ENGINE**

Creado por Epic Games en 1998. Este es un motor que saca gran rendimiento y potencia a los proyectos que se realizan en él. Se suele utilizar en grandes proyectos en los que se quiera obtener una gran calidad. Destaca por la implementación de su iluminación. Cuenta con dos maneras de desarrollo. Por un lado, se puede programar en lenguaje C++ y por otro lado tiene un sistema de programación visual llamado Blueprints donde abstrayéndose de lo que podría ser la complicación de la programación se puede obtener grandes resultados en los proyectos, aunque esto hace que pueda bajar el rendimiento respecto de la programación clásica. Actualmente las empresas grandes que desean realizar un juego y no quieren desarrollar un motor para dicho juego, suelen realizarlo en esta plataforma, ya que se obtienen grandes resultados con esta.



Imagen 6 (Unreal Engine 4 Documentation | Unreal Engine 4.5 Release Notes, (2020))

## **CARACTERISTICAS**

Según (Epic Games Inc. 2020), las características principales de Unreal Engine 4 son:

- Unreal Engine 4, abreviado UE4, tiene unas excelentes capacidades gráficas y incluye entre otros aspectos, funcionalidades avanzadas de iluminación dinámica y un sistema de partículas que puede manejar hasta un millón de partículas en una escena a la vez.
- Unreal Engine 4 es el sucesor del UDK, el cambio de versión entre UDK y UE4 es realmente notorio. Cambios realizados con el objetivo de mejorar la facilidad de producción de videojuegos.
- Una de las características principales es el lenguaje de scripting para la UE4, que en UDK era el lenguaje UnrealScript, y ahora ha sido completamente sustituido por C++ en UE4.

- UE4 utiliza ahora Blueprints para scripting gráfico, una versión avanzada de Kismet con la que se puede llegar a realizar por completo un videojuego sin necesidad de programar en C++.
- Unreal Engine 4 tiene una licencia de cobrar el 5% de las ganancias de un videojuego a partir de los primeros 3000 dólares americanos por cada cuatrimestre

### **VENTAJAS**

- Ofrece una comunidad gigantesca y cuenta con un amplio número de tutoriales en la plataforma YouTube (tanto oficiales como de desarrolladores).
- Actualizaciones constantes.
- Gran número de herramientas que facilitan el desarrollo.
- Compatible con la mayoría de plataformas de juego (menos Nintendo).
- Gratuito.
- Código abierto, por lo cual se puede mejorar desde la parte de usuario.
- Gran variedad de en el ámbito de iluminación, shadders y materiales disponibles. (Grau & Grau En Multimèdia, 2020)

### **DESVENTAJAS**

- Complejo de aprender.
- Exige un equipo potente: configuraciones con menos de 16 Gb pueden tener problemas de rendimiento.
- Tiempo de aprendizaje debido al lenguaje utilizado (C++) y conceptos de programación del entorno como los Actors.

- Poca optimización de cara a proyectos móviles por la mala gestión de Draw Calls que el engine utiliza. (Grau & Grau En Multimèdia, 2020)

#### **5.1.4 CRYENGINE**

CryEngine se ha mostrado desde el año 2002 como uno de los motores más potentes de la historia, superando en varios aspectos a la mayoría de la competencia, fue diseñado por Crytek, además este motor no se ha extendido entre los desarrolladores de manera tan amplia como si lo han hecho Unreal o Unity, pero los pocos juegos en los que ha sido utilizado han hecho que el motor se gane su fama, sobre todo por su gran potencia gráfica.

*(CRYENGINE: La Poderosa Plataforma de Desarrollo de Juegos de Crytek, 2020)*

Algunos de los juegos desarrollados con CryEngine son: Crysis (el cual fue desarrollado por la propia Crytek), Los Sims 3, Aion Online, Monster Hunter Online o la franquicia Far Cry, y cambió su modelo de negocio en 2014 para pasar a cobrar 9.90 Dolares al mes por obtener la última versión del motor, recuperando así parte del terreno que tenía perdido ante Unity y Unreal por su exclusividad.

#### **CARACTERISTICAS**

- Ha sido diseñado para ser utilizado en consolas de sobremesa y PC, incluyendo la actual generación de Sony y Microsoft, es decir, PlayStation 4 y Xbox One.  
*(CRYENGINE | Características, 2020)*
- Las capacidades gráficas de CryENGINE constan de excelente iluminación, física realista, sistemas avanzados de animación, etc. Además, de igual modo que Unreal

Engine 4, CryENGINE posee características de editor y diseño de niveles muy potentes. (*CRYENGINE / Características, 2020*)

- A pesar de que CryEngine es un motor realmente potente, su curva de aprendizaje es un poco complicada para empezar a utilizar el motor de juego de manera productiva. Si no se pretende producir un juego de características visuales a nivel de producciones normalmente multimillonarias, no se suele recomendar su utilización. (*CRYENGINE / Características, 2020*)
- CryEngine tiene una licencia de suscripción con coste 9.90 dolares al mes, y para proyectos de gran envergadura es necesario ponerse en contacto con ellos para obtener una licencia que permita acceso al 100% del código del motor y a asistencia directa de Crytek. (*CRYENGINE / Características, 2020*)

### **VENTAJAS**

- Al pagar una mensualidad ya se posee una versión del proyecto.
- Gran acabado visual de los videojuegos sin necesidad de añadidos.
- Creación de scripts de juego (eventos, reglas de juego, etc) con editor de flujo gráficos.
- Uso del lenguaje LUA para describir reglas de juego, Inteligencia artificial, comunicación en red, si no se quiere utilizar los editor gráficos, aunque la programación general se realiza en C++.

### **DESVENTAJAS**

- Imposibilidad de probar el motor sin pagar.
- Comunidad muy reducida, foro con pocos usuarios y con escasos tutoriales.

- No se puede publicar un juego si no se ha pagado la mensualidad requerida.

### **5.1.5 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA A UTILIZAR.**

En base al análisis previo optaremos por utilizar el motor de videojuegos Unity 3D, ya que es un software que centraliza todo lo necesario para poder desarrollar puesto que esta plataforma de desarrollo tiene soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas (Microsoft Windows, Linux, macOS ...etc.).

También porque tiene una gran comunidad de usuarios y esto nos permitirá tener acceso a multitud de documentación, foros y comunidades desarrolladoras en este software donde se puede preguntar y resolver las dudas que se nos presenten, además porque tiene una curva de aprendizaje muy fácil tanto por la estructura de su editor como por el uso de un lenguaje de programación sencillo como lo es C#.

### **5.2 SOFTWARE DE MODELADO 3D:**



*Imagen 7 Softwares más utilizados para la edición de Mallas 3D. Elaboración Propia (2020).*

## 5.2.1 AUTOCAD

AutoCAD es un software de computadora que permite elaborar dibujos de manera rápida, ágil y sencilla, con acabado perfecto. Su aplicación está dirigida al campo de la Ingeniería y la Arquitectura. Es importante también tener algún conocimiento de dibujo técnico, ya que esto permitirá aprovechar al máximo las ventajas que tiene el programa. (*AutoCAD for Mac y AutoCAD Para Windows / Software CAD 2D/3D / Autodesk, 2020*)

Un punto importante para AutoCAD es que se ha convertido en un estándar en el dibujo por ordenador, por ello existen programas específicos basados en AutoCAD como:

- Arquitectura y Construcción: *Autodesk Revit*
- Industria y Fabricación: *Autodesk Inventor*
- Cartografía y GIS: *AutoCAD Civil 3D*
- Medios y Entretenimiento: *Autodesk 3ds MAX*

### **INTERFAZ**

AutoCAD proporciona interfaces de programación de aplicaciones (API) que se pueden utilizar para determinar los dibujos y las bases de datos. Las interfaces de programación que admite AutoCAD son ActiveX Automation, VBA (Visual Basic® for Applications), AutoLISP, Visual LISP, ObjectARX y .NET. El tipo de interfaz que se utilice dependerá de las necesidades de la aplicación y de la experiencia en programación de cada usuario. (*¿Qué Es AutoCAD? ¿Para Qué Sirve? - Tecnología + Informática, 2019*)

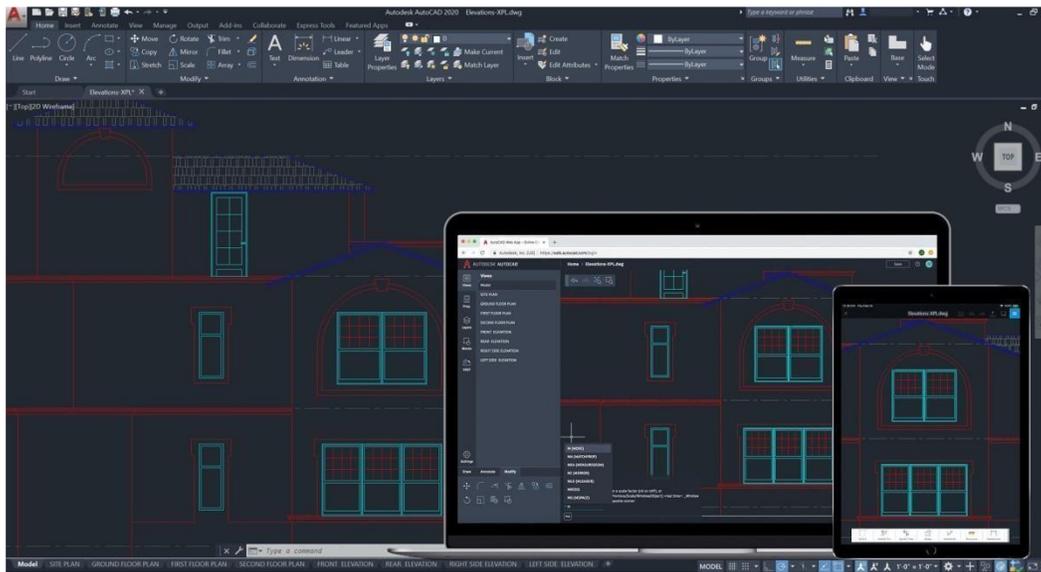


Imagen 8 Autokad interface(Qué Hay de Nuevo En AutoCAD 2021 | Características | Autodesk, n.d.)

## **CARACTERÍSTICAS**

Según el artículo publicado en la página oficial de Autodesk (*Qué Hay de Nuevo En AutoCAD 2021 | Características | Autodesk, 2020*), las características de AutoCAD constan de:

- Dimensionados. Tipos de dimensionados: lineal, angular, diametral, radial, ordinal.  
Términos de las cotas.
- Estilos de acotación: Manipulación de variables. Ajuste del estilo de cota a los requerimientos del dibujo.
- Estilos de texto: Modos de justificación, alineamiento. Creación de estilos y uso de fuentes. Caracteres especiales.
- Importación y exportación de archivos según su utilidad.
- Composición y ploteo de planos. Compresión y uso de escalas.

## **VENTAJAS**

- La versatilidad del sistema
- Permite Dibujar de una manera ágil, rápida y sencilla, con acabado perfecto y sin las desventajas que encontramos si se ha de hacer a mano.
- Permite intercambiar información no solo por papel, sino mediante archivos, y esto representa una mejora en rapidez y efectividad a la hora de interpretar diseños, sobre todo en el campo de las tres dimensiones.
- Cuenta con herramientas para gestión de proyectos con las que podemos compartir información de manera eficaz e inmediata. Esto es muy útil en ensamblajes, contrastes de medidas, etc.
- Es importante en el acabado y la presentación de un proyecto o plano, ya que tiene herramientas para que el documento en papel sea perfecto, tanto en estética, como en información, que ha de ser muy clara. (*Ventajas y Desventajas - AutoCad, 2020*)

## **DESVENTAJAS**

- La mayor desventaja de AUTOCAD es que se trata de un programa pago, que ha muchas personas esto representa una gran limitación.
- La mayoría de personas que desean aprender a utilizar este programa tienen que optar por pagar cursos bastante caros para aprender a utilizarlos completamente.
- Este programa en si, es bastante lento, el render lo es también y si aplicamos materiales a los objetos 3D el archivo se vuelve mucho más pesado.

- Se requiere una computadora potente, con un mínimo de 2GB de RAM y un espacio mayor a 100GB en el disco duro para trabajar con las últimas versiones. (*Ventajas y Desventajas - AutoCad, 2020*)

## **5.2.2 CINEMA 4D**

Según POWERS Anne en el Libro titulado “Cinema 4D, Año 2012”. Señala que:

“Cinema 4D es un programa de creación de gráficos y animación 3D desarrollado originariamente por la compañía alemana Maxon, y portado posteriormente a plataformas Windows, Linux (OS 9 y OS X). Permite modelado (primitivas, splines, polígonos), texturización y animación. Sus principales virtudes son muy alta velocidad de renderización, una interfaz altamente personalizable y flexible, una de las características más destacadas de Cinema 4D es la modularidad para realizar cualquier con facilidad”.  
(pág. 110, 118)

### **CARACTERISTICAS**

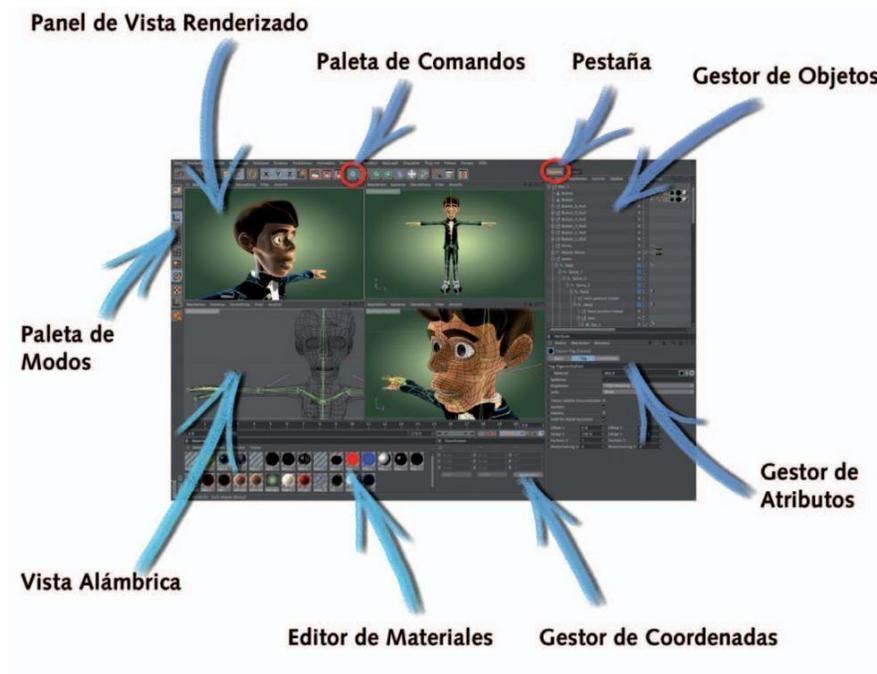
Cinema 4D según su sitio puede:

- Modelar (modelado por polígonos, modelado paramétrico, escultura).
- Crear texturas basadas en materiales y shaders y pintar en 3d.
- Hacer animaciones con MoGraph o Simulation.
- Renderizar.

Cinema 4D ofrece sobresalientes mejoras en muchos aspectos de su flujo de trabajo 3D, desde la creación y modelado de texto hasta avanzadas optimizaciones de renderizado y

una completamente nueva solución de renderizado en red y una interfaz sencilla, eficiente y flexible.

## **INTERFAZ**



*Imagen 9 Cinema4d interface Losch, C. (2020). I CINEMA 4D R12 Inicio Rápido.*

## **VENTAJAS**

- Se puede comprar por módulos, según las herramientas que el usuario necesite.
- Siendo 3D avanzado, las herramientas extras que se encuentran en Studio han sido diseñadas para un uso fácil e intuitivo.
- Cinema 4D permite trabajar con objetos, ya sean estos polígonos o por parámetros sobre los cuales puede hacer cambios en cualquier momento con rapidez y sutileza; modificadores y deformadores.

## **DESVENTAJAS**

- No es un software libre y tiene un duro competidor que si es gratuito llamado Blender.
- Si la aplicación es de 64 bits, la mayoría de los plug-ins instalados no funcionan.
- 3DS Max se adapta mejor que Cinema 4D a pipelines de videojuegos.

## **5.2.3 REVIT**

Revit cuenta con una plataforma proporcionada por Autodesk que consiste en una carpeta compartida que se conoce como BIM A360, a la cual se puede acceder solo obteniendo una cuenta de usuario de Autodesk. Esta herramienta permite al Coordinador del proyecto subir el archivo del modelo a la nube, gestionar y coordinar las invitaciones de cada miembro del equipo de trabajo para que pueda acceder al mismo desde cualquier lugar del mundo a través de internet (cabe destacar que cada miembro tendrá el acceso bajo restricciones de acuerdo a su disciplina). Esta metodología de trabajo permite trabajar en un mismo modelo y sincronizar los cambios realizados por cada miembro en el archivo central en la nube, todo esto en tiempo real para que tanto el coordinador como los demás usuarios mantengan su modelo actualizado. (Autodesk, 2020)

## **CARACTERISTICAS**

- Toda la información del modelo está almacenada centralmente en el archivo del proyecto, si se hace una edición del modelo, de forma automática se cargará en todo el proyecto, de manera eficiente y con menos errores.
- El diseño permite la generación automática de planos, fachadas, secciones y todos con las derivaciones que se encuentran plasmadas en las especificaciones del proyecto,

representando así un único modelo de construcción y actualización, permitiendo la vista anticipada en 3D del proyecto.

- Permite crear diseños de construcción en 2D y 3D además de incluir información sobre el proyecto.
- A pesar de existir desde 1997, se popularizó en 2002 cuando su empresa desarrolladora, Revit Technology Corporation fue comprada por Autodesk Inc. (Díaz, 2016).

## **INTERFAZ**

Como todos los desarrollos de Autodesk, Revit cuenta con la presentación de la Cinta de Opciones en paneles que concentran todas las herramientas. Revit está diseñado con herramientas claras y de fácil manejo, permitiendo una rápida familiarización con las plataformas. (Oliver, 2015).

Cinta de opciones: Recoge todas las herramientas con las que cuenta Revit, parecido a AutoCAD, organiza las herramientas en fichas, que a su vez se organizan en grupos. (Oliver, 2015).

Como se ha dicho anteriormente, Revit de la casa de Autodesk es un software de diseño y documentación de un proyecto de construcción, involucra múltiples agentes que hacen parte de la información del modelo constructivo, permitiendo un desarrollo continuo pasando por cada una de las fases del ciclo de vida del proyecto, desde los primeros croquis, análisis, ejecución, control de calidad, mantenimiento y finalización de la totalidad del proyecto. (Oliver, 2015).

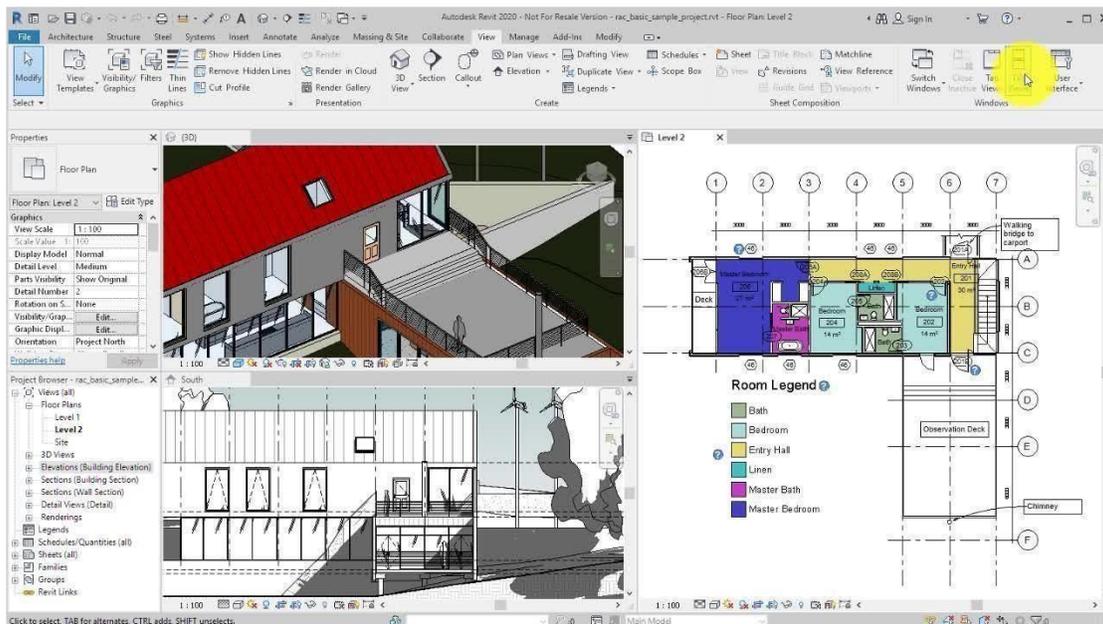


Imagen 10 Revit interface (User Interface | Revit Products 2020 | Autodesk Knowledge Network, n.d.)

## 5.2.4 BLENDER

Se trata de una aplicación de modelado 3D, que también incorpora su propio motor de juego, que nos ofrece multitud de herramientas de modelado, con una variedad de objetos muy amplia y con posibilidad de hacer grandes desarrollos escultóricos. Blender nació como una herramienta de trabajo interna dentro de la empresa NeoGeo. Este tipo de software se caracterizan por no cuidar la parte estética e incluso a veces la distribución de herramientas es anárquica (se sitúan donde más útiles son y no dónde dice la lógica; incluso se duplican para que aparezcan en más de un lugar y así ahorrar trabajo al diseñador). A este tipo de estética se la denomina in house y Blender padeció esta mala herencia hasta la versión 2.49b. (Florencia, 2009)

## **CARACTERÍSTICAS**

- Multiplataforma, libre, gratuito y con un tamaño de origen realmente pequeño comparado con otros paquetes de 3D, dependiendo del sistema operativo en el que se ejecuta.
- Capacidad para una gran variedad de primitivas geométricas, incluyendo curvas, mallas poligonales, vacíos, NURBS, metaballs.
- Junto a las herramientas de animación se incluyen cinemática inversa, deformaciones por armadura o cuadrícula, vértices de carga y partículas estáticas y dinámicas.
- Edición de audio y sincronización de video.
- Características interactivas para juegos como detección de colisiones, recreaciones dinámicas y lógica
- Posibilidades de renderizado interno versátil e integración externa con potentes trazadores de rayos o « raytracer » libres como kerkythea, YafRay o Yafrid.
- Lenguaje Python para automatizar o controlar varias tareas.
- Blender acepta formatos gráficos como TGA, JPG, Iris, SGI, o TIFF. También puede leer ficheros Inventor.
- Motor de juegos 3D integrado, con un sistema de ladrillos lógicos. Para más control se usa programación en lenguaje Python.
- Simulaciones dinámicas para softbodies, partículas y fluidos.
- Modificadores apilables, para la aplicación de transformación no destructiva sobre mallas. (*Funciones - Blender.Org*, 2020)

## **VENTAJAS**

- La calidad del modelo final es igual o superior a muchos software comerciales, lo mismo sucede con las animaciones.
- No tiene un costo por uso ni por licencia, es decir puede ser descargada la versión completa desde su página web.
- Puede modificar el software a sus necesidades, porque también está disponible el código fuente.
- Puede ser actualizado sin costo alguno.
- Tiene una herramienta de Armadura, la cual de la mayor naturalidad a los movimientos humanos.
- Tiene un potente motor para juegos. (*Blender.Org*, 2020)

## **DESVENTAJAS**

- No realiza funciones de simulación.
- La interfaz de usuario no es muy amigable al inicio, aunque esta desventaja puede ser superada practicando en dicho software.
- No trabaja con Ingeniería Inversa.
- Requiere aprenderse varias combinaciones de teclas. (*Blender.Org*, 2020)

### **5.2.5 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA A UTILIZAR.**

Siendo una herramienta incluida dentro de la plataforma de desarrollo “Unity”. Optamos por utilizar “ProBuilder”, ya que es un híbrido único de modelado 3D y una herramienta de diseño de niveles, optimizada para construir geometrías simples, pero también es capaz de

ofrecer edición detallada y despliegue, esta herramienta también nos servirá para crear rápidamente los prototipos de estructuras, características complejas del terreno y mallas de navegación debido a su fácil uso, además porque nos permite tener acceso a múltiple cantidad de documentación para el desarrollo y maquetas como modelo para nuestra orientación.

### **5.3 SOFTWARE DE EDICIÓN DE IMAGEN:**



*Imagen 11 Principales softwares de edición de imagen Elaboración Propia (2020).*

#### **5.3.1 ADOBE PHOTOSHOP**

Adobe Photoshop es un editor de fotografías desarrollado por Adobe Systems Incorporated. Usado principalmente para el retoque de fotografías y gráficos, su nombre en español significa "taller de fotos". Es conocido mundialmente. Fue creado en 1986 por los hermanos Thomas Knoll y John Knoll y desde entonces se ha convertido en una marca de uso común, lo que lleva a su uso como un verbo, aunque Adobe desaconseja su uso. Photoshop puede editar y componer imágenes rasterizadas y soporta varios modelos de colores: RGB, CMYK, CIELAB, colores sólidos y semitonos. Photoshop usa sus propios formatos de archivo PSD y PSB para soportar estas características. Desde junio de 2013, con la presentación de Creative Cloud, el esquema de licencia de Photoshop se cambió al

modelo de software como servicio. Adobe planea incorporar más características a Photoshop para iPad (Software de Edición de Fotos, Imágenes y Diseño | Adobe Photoshop, 2020).

## **CARACTERISTICAS**

Según la página [www.adobe.com](http://www.adobe.com); las características básicas de Photoshop han evolucionado con el paso del tiempo. Luego de pasar algunas horas trabajando con él, es fácil comprender por qué este programa de diseño es la clave y pieza fundamental del catálogo de Adobe. Después de instalar e iniciar Photoshop tiene como presentación el sistema de exploración de archivos, a través del cual se abre una imagen para trabajarla.

Es posible previsualizar imágenes e incluso, asignar datos y palabras de tal manera que se pueda hacer una clasificación, o registro de los cambios realizados. Así la organización de documentos resulta más eficiente, destacándose la capacidad de guardar detalles acerca del desarrollo de cada impresión. También pueden realizarse conversiones de formato o edición, sin necesidad de abrir las imágenes.

Cuenta con una galería de filtros bastante extensa, con los que se pueden realizar tratamientos bastante amplios de forma rápida y precisa que logran efectos especiales en las imágenes. Las características de estos filtros se pueden administrar desde un mismo lugar y no por medio de ventanas individuales, se refleja en ahorro de tiempo y comodidad al trabajar este programa. También se pueden trabajar imágenes capturadas por medio de una cámara y editarlas sin restricciones, pudiendo así modificar el contraste, los colores y otros aspectos que conforman la ambientación de una fotografía.

La compatibilidad con PDF, posibilita la exportación de una o varias imágenes a este formato, manteniendo la estructura. Con este programa se trabaja por medio de capas. La herramienta de composición de capas es capaz de abarcar todas las partes de un proyecto, como textos, efectos y colores. Con esto el usuario puede guardar sus preferencias en un solo archivo para poder modificarlo o utilizarlo en otros trabajos posteriores si así lo desea. La edición de texto ofrece también la opción de que se pueda crear tipografías personalizadas. Estas son solamente algunas de las características que presenta Photoshop, y que facilitan la labor del usuario.

### **VENTAJAS**

- Gran cantidad de herramientas
- Interface personalizable
- Edición de imágenes casi sin límites
- Compatibilidad con otros programas
- Mejoras continuas en sus actualizaciones

### **DESVENTAJAS**

- Elevado costo
- No es una interface intuitiva

## **5.3.2 GIMP**

GIMP es una herramienta de manipulación de imágenes digitales multiplataforma, que inicialmente se desarrolló para el sistema operativo Linux y posteriormente para Windows

y Mac, perteneciente al entorno GNU de software libre, que permite a sus usuarios acceder y modificar el código fuente del que se construyen los programas, ha sido desarrollado por voluntarios y distribuido bajo licencia GPL, por esto GIMP es un programa en constante crecimiento (Monroy, 2018). Este programa pretende ser una alternativa a los programas profesionales, como Photoshop, que requieren de una licencia para su uso. Sin embargo, GIMP a pesar de ser una herramienta gratuita se considera una aplicación de alto nivel y con gran demanda en la actualidad para la manipulación, creación o edición de imágenes.

### **CARACTERISTICAS**

Dentro de las principales características de GIMP según Moya (2020), se mencionan las siguientes:

- Permite la edición de imágenes digitales en forma de mapa de bits.
- La interfaz de GIMP está disponible en varios idiomas.
- Es una herramienta de software libre para novatos y expertos.
- Soporta varios formatos como: JPG, GIF, PNG, PCX, TIFF, PSD, XCF, PDF, PS, SVG.
- Contiene extensiones o plugins.
- GIMP permite la manipulación de objetos mediante capas para cada uno.

GIMP está diseñado con el propósito de crear o modificar gráficos digitales, cuenta con una multitud de herramientas, para selección, pintura, transformación, color, filtros para la manipulación de colores y muchas otras, que permite hacer retoques fotográficos de gran calidad, compatible con la mayoría de sistemas operativos, sus herramientas son potentes e

interactivas, es así que pueden compararse con otras herramientas que no son gratuitas (Casis, 2019).

## **INTERFAZ**

Lo menos que se puede decir es que la interfaz gráfica de GIMP es perfectamente reconocible si se la compara con las de otros programas de edición de imagen, su interfaz ha sido creada por un equipo totalmente dedicado a esta labor con el objetivo de obtener una facilidad de uso inigualable, incluso llegó a formarse un grupo de tormenta de ideas con el fin de discutir todas las mejoras posibles para la interfaz gráfica y de usuario de GIMP. (*Gimp.Es*, 2020)

Los usuarios están, por supuesto, invitados a aportar sus sugerencias y así participar en la elaboración de interfaces cada vez mejores, GIMP se presenta de dos maneras: como ventana única o como ventana múltiple (multiventana), este modo de ventana múltiple muestra todo lleno de diferentes ventanas que contienen todas las funciones de GIMP. Por defecto, las herramientas y las configuraciones aparecen en el lado izquierdo, y los otros cuadros de diálogo, en el lado derecho. (*Gimp.Es*, 2020)

Con frecuencia, una zona de capas se sitúa a la derecha, y permite a los usuarios trabajar separadamente sobre las diferentes capas, las capas pueden ser editadas con un clic sobre el botón derecho del ratón. Esta sección (la ventana de capas) es, con gran frecuencia, colgada en el muelle («dock») de la derecha. (*Gimp.Es*, 2020)



*Imagen 12 Interfaz de usuario Gimp Gimp.es. (2020).*

## VENTAJAS

- Si utilizamos una imagen RGB no tendremos ningún problema para imprimirla desde GIMP en nuestras impresoras.
- Es software libre, con todo lo que ello conlleva en cuanto a su utilización y potenciación.
- La arquitectura abierta del programa permite añadirle nuevas funcionalidades.
- Su potencial es prácticamente similar al de Adobe Photoshop.
- Ofrece unos resultados excelentes tanto en edición de imágenes para imprimir como para su destino final en web (animaciones incluidas).
- Abre, trabaja y guarda sin problemas los archivos de extensión más usuales siendo compatible con los formatos gráficos bmp, gif, jpg, pcx, png, ps, tif, tga, xpm.

- El interfaz de usuario y las herramientas son muy similares a las de Photoshop por lo que conociendo unas conocemos las otras.
- Su precio: es GRATIS. Característica muy a tener en cuenta sobre todo si calculamos el precio de adquirir una licencia por cada ordenador de nuestro centro de cualquier otro programa comercial. (*Gimp - EcuRed, 2020*)

### **DESVENTAJAS**

- GIMP no soporta el modo de imagen en CMYK. Este sistema es el utilizado por imprentas, impresoras y fotocopiadoras para reproducir toda la gama de colores del espectro visible, y es conocido como cuatricromía.
- Tampoco puede utilizar las tablas de color Pantone, con el inconveniente que ello implica para trabajos profesionales.
- Al ser un programa abierto tendremos que estar atentos para ir actualizando las nuevas versiones que vayan desarrollándose.
- Como el desarrollo es más lento que en programas comerciales puede suceder que en ocasiones surjan problemas apareciendo un mensaje diciendo que GIMP ha efectuado una operación no válida y se cerrará. (*Gimp - EcuRed, 2020*)

### **5.3.3 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA A UTILIZAR.**

Según el análisis de las herramientas, optaremos por trabajar con base a la herramienta de modelado GIMP v.2.10.14, ya que es de uso libre y cumple con todos los requisitos necesarios para la creación de los materiales y las texturas a implementarse, además

podemos encontrar mucho material de apoyo en internet para el desarrollo de nuestro software.

## 5.4 ENTORNOS Y HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN:



*Imagen 13 Principales entornos de desarrollo de software para RV Elaboración Propia (2020).*

### 5.4.1 ECPLISE

Eclipse es un entorno de desarrollo integrado, de Código abierto y Multiplataforma. Mayoritariamente se utiliza para desarrollar lo que se conoce como Aplicaciones de Cliente Enriquecido, entorno de desarrollo integrado, y entorno de desarrollo integrado basadas en navegadores. Se diseñó para ser extendida de forma indefinida a través de *plug-ins* y fue concebida desde sus orígenes para convertirse en una plataforma de integración de herramientas de desarrollo. No tiene en mente un lenguaje específico, sino que es un IDE genérico, aunque goza de mucha popularidad entre la comunidad de desarrolladores del lenguaje Java usando el *plug-in* JDT que viene incluido en la

distribución estándar del IDE y por último proporciona herramientas para la gestión de espacios de trabajo, escribir, desplegar, ejecutar y depurar aplicaciones. (*Eclipse IDE*, 2020)

## **CARACTERISTICAS**

Según (*Eclipse IDE 2020-06 | La Fundación Eclipse*, n.d.), las características más significativas del IDE son las resumidas a continuación:

- **Vistas:** Pueden tener múltiples y muy diferentes especificaciones unas de otras, tantas como el programador de éstas quiera proporcionales. En la Figura 2.2 vemos la vista Explorador de Paquetes en la cual podemos visualizar los Proyectos Eclipse existentes en el entorno de trabajo así como su contenido.
- **Perspectivas:** Engloba un conjunto de vistas que son usadas para un fin común, es decir, la perspectiva creada debe tener un nombre identificativo relacionado con la función desempeñada por el conjunto de vistas, botones, editores que esta engloba.
- **Editores:** En la Figura 2.2 vemos ejemplo de editor, un editor es usado en Eclipse para abrir/visualizar un tipo de archivo siempre que Eclipse sea capaz de soportarlo, podemos visualizar archivos de texto, XML, etc.
- **Barra menú principal:** Permite el acceso a diferentes funciones comunes de Eclipse (por ejemplo, abrir o crear un proyecto) y concretas de los Plug-ins cargados en ese momento (por ejemplo, para compilar de código C/C++).
- **Barra de herramientas:** Al igual que el menú principal, permite el acceso a opciones comunes y, por lo tanto, compartidas por todos los Plug-ins Eclipse, y opciones específicas de cada plug-in.

## **VENTAJAS**

Una de las ventajas más significativas de Eclipse, es su capacidad de integrar plugins para diferentes necesidades de desarrollo, es decir que con la integración de módulos o librerías se pueden desarrollar soluciones para C, C++, Python, Java escritorio y web, entre otros lenguajes, lo cual a su vez hace que su plataforma sea inicialmente ligera y totalmente adaptable. El IDE, puede ser utilizado en ambientes de desarrollo y producción, ya que es totalmente gratuito. (Kléber & Briones, 2016)

## **DESVENTAJAS**

Una de las principales desventajas de Eclipse, es que hace un mayor uso de los recursos del sistema, es decir su consumo es mayor en cuanto a memoria, disco y procesamiento esto hace que en algunos casos los programadores tengan que reiniciar el IDE. Otra consideración es que a diferencia de NetBeans el soporte para las tecnologías JSP y Servlets siempre ha sido muy básico. (Kléber & Briones, 2016)

## **5.4.2 NETBEANS**

NetBeans es un entorno de desarrollo integrado libre, orientado principalmente al desarrollo de aplicaciones Java. La plataforma NetBeans permite el desarrollo de aplicaciones estructuradas mediante un conjunto de componentes denominados “módulos”. Cada uno de estos módulos sería un archivo Java conteniendo un conjunto de clases que interactuarán con las APIs de NetBeans. El objetivo de esta arquitectura es favorecer el desarrollo de funcionalidades de forma independiente y la reutilización de componentes (Netbeans / Marco de Desarrollo, 2020).

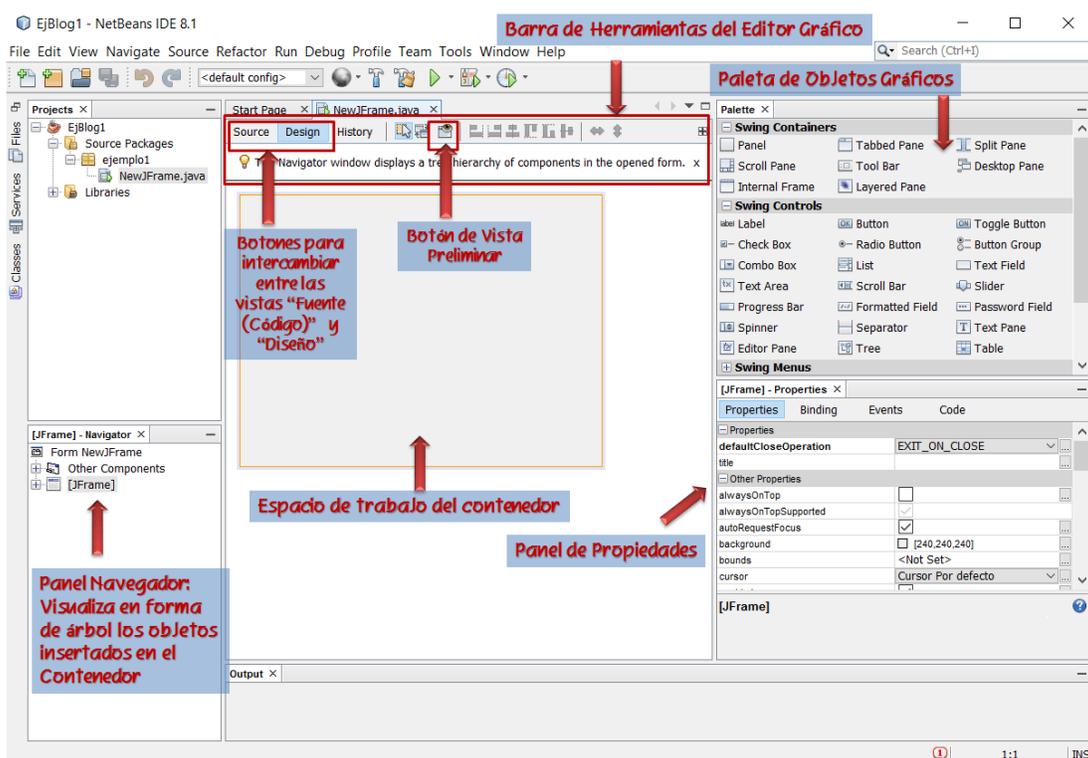


Imagen 14 NetBeans interface (Interfaz Gráfica de Usuario Netbeans, 2020)

## CARACTERISTICAS

Según (NetBeans IDE / Oracle Colombia, 2020), las principales características de NetBeans son las siguientes:

- Proporciona una base modular y extensible para el desarrollo de aplicaciones, la Plataforma NetBeans.
- Esta plataforma incluye servicios para el control del interfaz de usuario, la configuración, el almacenamiento, las ventanas, etc. El IDE está desarrollado con la misma metodología modular, por lo que puede extenderse incluyendo módulos con funcionalidades determinadas.

- Aunque está ideado para el desarrollo Java, permite el desarrollo en otros lenguajes, como PHP o Python, mediante paquetes adicionales.

## **VENTAJAS**

Según (González, 2015) las ventajas son:

- Multiplataforma.
- Multilenguaje.
- Código abierto y gratuito.
- Apoyo de la comunidad con el soporte
- Recursos como documentación, video tutoriales, traductores de plugies o herramientas que se utilizan.
- Módulos.
- Fácil de usar y adaptable.
- Puglin que son herramientas extra para poder agregar algún componente, funciones extras.

## **DESVENTAJAS**

Según (González, 2015) las desventajas son:

- Lento si no se cuenta con un buen computador y a su vez una memoria de gran capacidad.
- Entre más proyectos se coloca lento porque lee todo el código.

## 5.4.3 MICROSOFT VISUAL STUDIO

El entorno de desarrollo integrado de Visual Studio es una plataforma de lanzamiento creativa que puede usar para editar, depurar y compilar código, y luego publicar una aplicación. Un entorno de desarrollo integrado (IDE) es un programa rico en funciones que se puede utilizar para muchos aspectos del desarrollo de software. Además del editor y depurador estándar que ofrecen la mayoría de los IDE, Visual Studio incluye compiladores, herramientas de finalización de código, diseñadores gráficos y muchas más funciones para facilitar el proceso de desarrollo de software. (*Overview of Visual Studio / Microsoft Docs, 2020*)

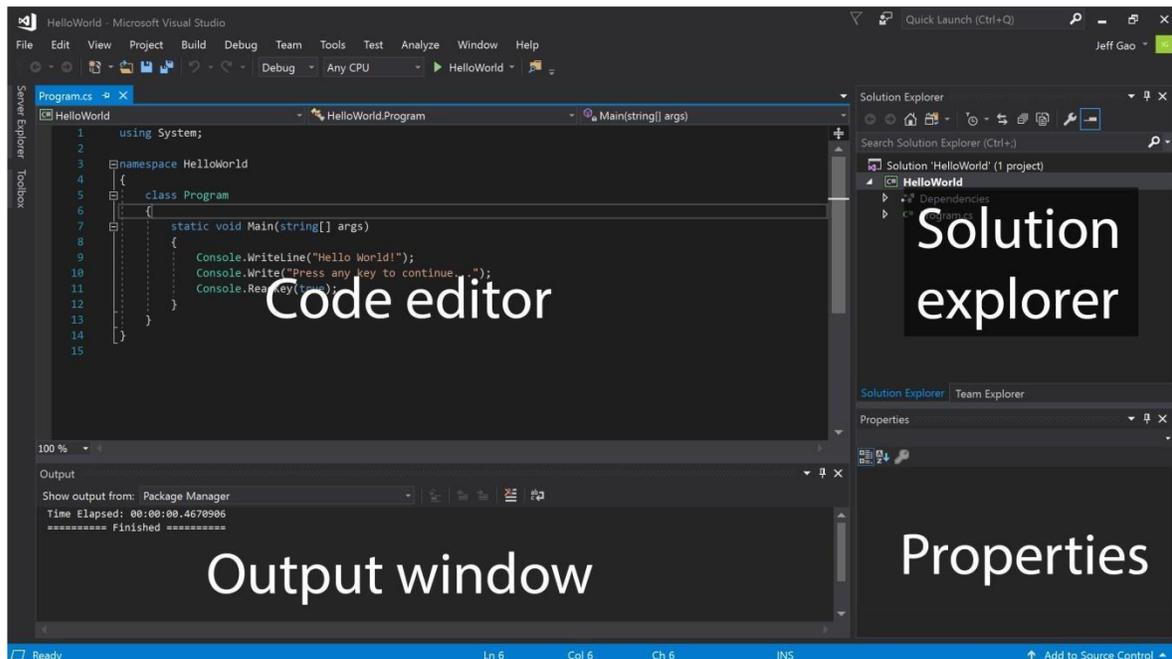


Imagen 15 Visual Studio interface (Visual Studio 2017 - User Interface, 2017)

## **CARACTERISTICAS**

Según (*Características de Desarrollo de Visual Studio / Visual Studio*, 2020), las principales características de desarrollo en Microsoft Visual Studio son:

- Desarrollar: Permite navegar por el código, escribirlo y corregirlo con rapidez.
- Depurar: Permite depurar, generar perfiles y emitir diagnósticos fácilmente.
- Pruebas: Permite escribir código de alta calidad con herramientas de pruebas integrales.
- Colaboración: Dar uso a el control de versiones, sea ágil y colabore de manera eficiente
- Extensión: Se puede elegir entre miles de extensiones para personalizar su IDE

## **VENTAJAS**

Según (Carrillo, 2018), las principales ventajas son:

- La facilidad del lenguaje
- Permite crear aplicaciones para Windows en muy poco tiempo.
- Permite un desarrollo eficaz y menor inversión tanto en tiempo como en dinero.
- Permite generar librerías dinámicas de forma activa, mediante una reconfiguración en su proceso de colección o codificación.

## **DESVENTAJAS**

Según (Carrillo, 2018), las principales desventajas son:

- No existe forma alguna de exportar el código a otras plataformas diferentes a Windows.

- Los ejecutables generados son relativamente lentos en VISUAL BASIC.
- Permite la programación sin declaración de variables.
- Su lenguaje no distingue entre mayúsculas y minúsculas como se hace en C++.

#### **5.4.4 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA A UTILIZAR.**

Luego del análisis realizado a las diferentes plataformas de desarrollo del mercado, pudimos concluir que el código se programará en lenguaje C#, el cual ofrece el software Microsoft Visual Studio. Nos llevó a la decisión las ventajas y facilidades que este ofrece al momento de llevarlo a cabo ya que es un lenguaje de programación orientado a objetos, así como también porque nos sentimos familiarizados con él, debido a que comparte la misma sintaxis de otros lenguajes de programación tops, como lo son Java, C++, Javascript, entre otros. El software es totalmente libre y está disponible para Windows, Mac, Linux.

#### **5.5 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS MATERIALES**

En cuanto a la visualización del sistema se utilizará un casco de realidad virtual modelo Samsung Odyssey HMD [Imagen 14].



*Imagen 16 Samsung Odyssey HMD Elaboración Propia (2020).*

El sonido se obtendrá a través de los auriculares que incorpora el casco, tal y como se puede observar en la [Imagen 16].

Por último, el joystick a utilizarse será el modelo Joystick Bluetooth para móvil y HMD [Imagen 17], que además de los pulsadores clásicos, tiene control analógico el cual es muy útil para la navegación en entornos virtuales.



*Imagen 17 Joystick Bluetooth para móvil y HMD Elaboración Propia (2020).*

## **CAPÍTULO VI: DESARROLLO DEL SISTEMA**

En este capítulo se va a exponer de forma detallada el proceso de desarrollo del sistema a realizarse basado en la tecnología de RV. Donde se recreará una situación acrofóbica (un ascensor de cristal ubicado afuera de un edificio que incrementará gradualmente de altura hasta llegar a lo más alto para luego cruzar por un puente de cristal hacia la azotea de otro edificio), para así simular la inmersión en vivo del paciente en dicho entorno acrofóbico, lo cual nos sirve para apoyar al tratamiento psicológico de dicha fobia.

### **6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA**

En este estudio, se desarrollará un sistema basado en RV, que intentará recrear la misma situación y el mismo ambiente, siendo los diferentes usuarios expuestos al sistema, los que proporcionarán los datos que permitan discernir si el sistema es útil en la generación de entornos acrofóbicos, y si provoca un alto nivel de presencia y/o ansiedad en el usuario.

### **6.2 REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA**

1. El usuario tendrá que ir provisto de un casco de RV para la visualización y sonido, además se necesitará un joystick para navegar.
2. El usuario tendrá libertad para navegar por todo el entorno, visualizándolo de forma estereoscópica. Para ello se utilizará el joystick que se describirá posteriormente. Así, podrá ver cada detalle del diseño.
3. La prueba por parte de usuarios del sistema se deben realizar en un mismo espacio físico, en la que se colocará todo el hardware necesario.

## **6.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS**

Con el fin de perder la menor cantidad de detalles y rendimiento posible del software es necesario considerar unos elementos y condiciones básicas de la máquina. Para la ejecución estable de un prototipo de esta magnitud y complejidad es recomendado tener una máquina con mínimo las siguientes características:

- 4G de RAM.
- Procesador i5 de 1.70 GHz.
- 500 Mb de espacio libre en el disco duro.
- Tarjeta aceleradora gráfica de mínimo 1 Gb.
- Joystick para el movimiento.
- Casco de Realidad Virtual (VR)

## **6.4 RECURSOS TÉCNICOS**

Las características técnicas del ordenador en el que se desarrollará y se realizaran las pruebas de funcionamiento del sistema, son:

- Procesador Intel Core i5-2310 CPU @ 2.90GHz
- 8 GB RAM
- Tarjeta Intel HD Graphics 1GB
- Sistema operativo: Windows 10 Home

## 6.5 DESARROLLO

A Continuación se mostrará el proceso de desarrollo en cada una de las etapas de la metodología VRML

### 6.5.1 REQUISITOS FUNCIONALES

Posteriormente, se describen los requisitos funcionales que se decidieron en las reuniones con el director del proyecto y el cliente:

<b>Referencia</b>	<b>Descripción del Requisito</b>
<b>RF01</b>	El sistema deberá visualizar un entorno acrofóbico.
<b>RF02</b>	El sistema deberá tener integrado una función de giroscopio.
<b>RF03</b>	El sistema permitirá al usuario desplazarse por el entorno a través de un joystick.
<b>RF04</b>	El sistema mostrara un menú de inicio cuando se ejecute el programa.
<b>RF05</b>	El sistema permitirá una opción salir.

*Tabla 4: Requisitos funcionales  
Elaboración propia*

## 6.5.2 REQUISITOS NO FUNCIONALES

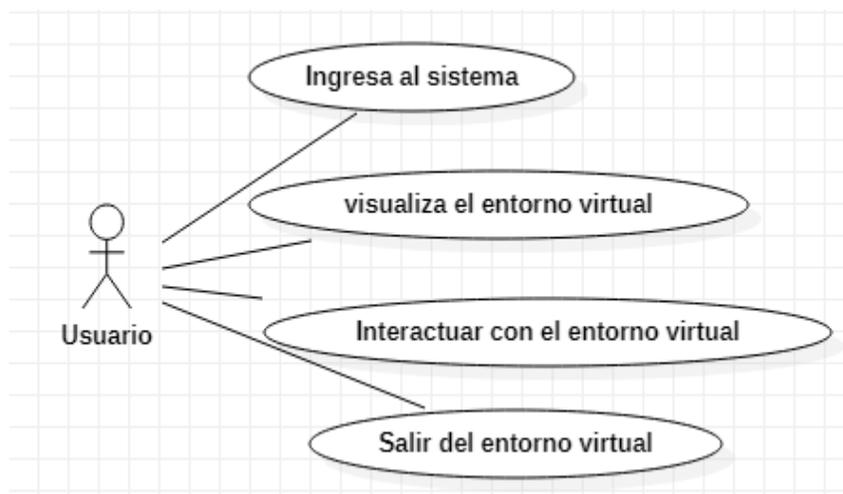
Los requisitos no funcionales del sistema son aquellos que describen cualidades o criterios que sirven para juzgar el funcionamiento general del sistema, en lugar de las funcionalidades específicas. Estos requisitos comprenden las características de seguridad, disponibilidad, accesibilidad, escalabilidad, extensibilidad, tolerancia a fallos, usabilidad, compatibilidad, etc.

<b>Referencia</b>	<b>Descripción del requisito</b>	<b>Categoría</b>
<b>RNF01</b>	El lenguaje de programación que se utilizara es C#	Desarrollo
<b>RNF02</b>	La aplicación móvil debe ser compatible con los sistemas operativos móviles Android.	Compatibilidad
<b>RNF03</b>	La carga de la información desde el servidor a la aplicación móvil debe ser rápida.	Rendimiento
<b>RNF05</b>	La aplicación debe seguir un diseño modular para facilitar su mantenimiento y extensión.	Mantenibilidad, Extensibilidad

<b>RFN06</b>	El sistema debe diseñarse teniendo en cuenta las evoluciones planteadas en las diferentes tecnologías.	Portabilidad, Extensibilidad, Estabilidad
--------------	--	---

*Tabla 5: Requisitos no funcionales  
Elaboración propia*

En este diagrama se describen las actividades que debe realizar el usuario con el sistema, para llevar a cabo el proceso que se quiere realizar.



*Figura 4: Casos de uso, Elaboración propia*

### 6.5.3 ESPECIFICACIÓN

Objeto de estudio	Temor a las Aturas (Acrofobia).
-------------------	---------------------------------

Descripción	<p>La situación que recreará el sistema es la de un ascensor de cristal ubicado afuera de un edificio, que incrementará gradualmente de altura hasta llegar a lo más alto para luego cruzar por un puente de cristal hacia la azotea de otro edificio. Dicho entorno se aprovecha para albergar los sonidos simulados del ambiente, que serán los encargados de “aumentar” la escena produciendo una situación acrofóbica más sensitiva.</p>
Usuarios	<p>Los usuarios serian todas las personas que padecen acrofobia y quieran recibir tratamiento con un entorno virtual, guiado por un profesional en el campo de la psicología.</p>
Recursos necesarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Microsoft Visual Studio Code: IDE de desarrollo</li> <li>- Unity 3D: Herramienta para crear multiples plataformas 3D</li> <li>- GIMP: Herramientas para creación de material y texturas.</li> </ul>
Requerimientos funcionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El sistema deberá visualizar un entorno acrofóbico.</li> <li>- El sistema deberá tener integrado una función de giroscopio.</li> <li>- El sistema permitirá al usuario desplazarse por el entorno a través de un joystick.</li> <li>-El sistema mostrara un menú de inicio cuando se ejecute el programa.</li> <li>- El sistema permitirá una opción salir.</li> </ul>
Restricciones estéticas	<p>El nivel de acercamiento del entorno virtual con el entorno físico y su mejor visualización depende de los componentes hardware y</p>

	software del equipo en donde se ejecutará el programa.
Restricciones técnicas	<p>Con el fin de perder la menor cantidad de detalles y rendimiento posible del software es necesario considerar unos elementos y condiciones básicas de la máquina. Para la ejecución estable de un prototipo de esta magnitud y complejidad es recomendado tener una máquina con mínimo las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 4G de RAM.</li> <li>· Procesador i5 de 1.70 GHz.</li> <li>· 500 Mb de espacio libre en el disco duro.</li> <li>· Tarjeta aceleradora gráfica de mínimo 1 Gb.</li> <li>· Joystick para el movimiento.</li> <li>· Casco de Realidad Virtual (VR)</li> </ul>

Tabla 6: Especificación del sistema  
*Elaboración propia*

## 6.5.4 PLANIFICACIÓN

<b>Objeto de estudio</b>	Fobia a las alturas (Acrofobia)
<b>Recolección de datos</b>	<p>La acrofobia es un miedo que se presenta cuando la persona que lo padece presenta pánico al encontrarse en lugares muy altos, las alturas tomadas en cuentas serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Un balcón de 2 pisos</li> <li>-Una azotea de 7 pisos</li> </ul>

	-El techo de un edificio de 10 a 20 pisos
<b>Definición del equipo de trabajo</b>	El trabajo de recolección de datos está definido por 3 personas sin embargo se acude a la opinión de un psicólogo para resolver dudas al momento de recabar la información
<b>Material de Trabajo</b>	-Computadora -Internet -Portales académicos de búsqueda -Smartphone -Herramientas de desarrollo
<b>Complejidad</b>	El desarrollo de este entorno de realidad virtual es considerado de nivel alto, dada la complejidad de detalles y movimientos adicionales con función de giroscopio

Tabla 7: Planificación del sistema  
*Elaboración propia*

## **6.5.5 MUESTREO**

Para lograr una emulación con el mayor nivel de similitud es necesario visualizar y tener como referencias edificios de ciudades de gran tamaño, esto con la finalidad de poder identificar rasgos característicos de los edificios, así como patrones que se repiten en las edificaciones ya que con esta abstracción el nivel de detalle en el software sería lo ideal para lograr el efecto de recrear la sensación de vértigo propia de los pacientes con acrofobia, el nivel de detalle del ascensor y del puente debe tener una características similar esta debe ser la transparencia ya que el usuario debe ver y por ningún motivo se debe obstruir la vista en el momento en que se encuentre en mayor altitud dentro del entorno.

Por motivos de la pandemia covid-19 salir a realizar fotografías de edificios en la ciudad de Cúcuta, no fue una opción muy conveniente para nuestro equipo, todo en busca de cumplir con la cuarentena y evitar hacer actividades por fuera de casa que no sea necesariamente importantes, por lo que decidimos utilizar imágenes de edificios a través de la herramienta de Google imágenes y Google maps, por lo que a continuación se mostrara los elementos que forman parte del entorno que buscamos emular.



*Imagen 18. Edificio Tomada de Vladimir Gorsky*



*Imagen 21. Elevador 2 Tomada de multielevacion.com*



*Imagen 19. Edificios 2 Tomada de skyscrapercenter.com*



*Imagen 22 Puente Tomada de mg7elevacion.es*



*Imagen 20 Elevador Tomada de THYSSEN KRUPP ELEVATOR*



*Imagen 23. Puente 2 Tomada de arquitecturaenacero.org*

## 6.5.6 DISEÑO

El diseño del proyecto está basado en una estructura mostrada en las figuras anteriores, recreando así un espacio pequeño con todos los objetos que definen a una ciudad, a continuación, se definirán en una tabla todos los objetos que necesitaremos para la construcción de la ciudad.

Lugares	Estructura	Señales
Edificios	Bancas	Semáforo
Calles	Puente	Balcón
Casas	Contenedores	Azotea
Plazas	Ascensor	

*Tabla 8 Identificación de objetos  
Elaboración propia*

OBJETO	ATRIBUTOS	IMAGEN
EDIFICIO	Alto, Ventanas, Concreto, Oficinas	 <p><i>Imagen 24 Edificio 3 Tomada de Vladimir Gorsky</i></p>

<p>CALLE</p>	<p>Largo, Ancho, Carriles</p>	 <p><i>Imagen 25 calle tomada de Istock</i></p>
<p>CASA</p>	<p>Mediano, Ventanas, Habitaciones</p>	 <p><i>Imagen 26 casa tomada de 123rf.com</i></p>
<p>PLAZA</p>	<p>Pasto, Flores, Arboles, Bancas</p>	 <p><i>Imagen 27 plaza tomada de elpais.com</i></p>

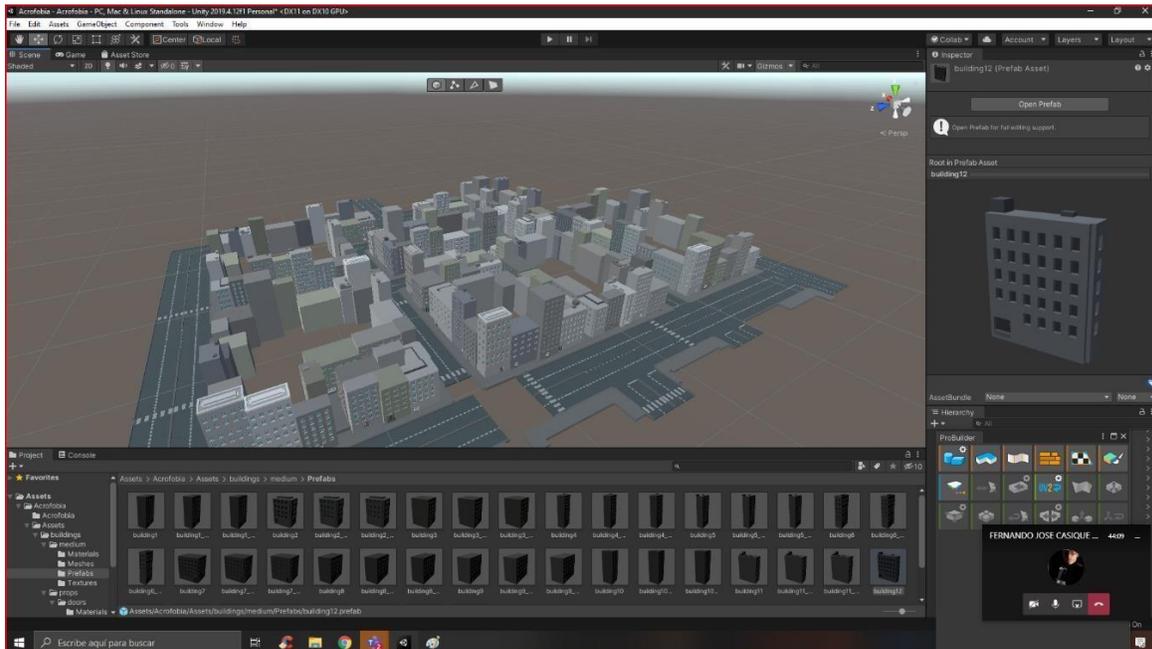
<p>BANCA</p>	<p>Madera, Pequeño, Amplio</p>	 <p><i>Imagen 28 banca tomada de concepto definiciones</i></p>
<p>PUENTE</p>	<p>Grande, Alto, Concreto</p>	 <p><i>Imagen 29. Puente 3 Tomada de arquitecturaenacero.org</i></p>
<p>CONTENEDORES</p>	<p>Pequeño, Lata, Espacioso</p>	 <p><i>Imagen 30 contenedor tomada de recytrans.com</i></p>

<p>ASCENSOR</p>	<p>Pequeño, Rectangular, Movimiento</p>	 <p><i>Imagen 31 ascensor cristal tomada de freepng.com</i></p>
<p>SEMAFORO</p>	<p>Pequeño, Colores, Central</p>	 <p><i>Imagen 32 semáforo tomada de rcnradio.com</i></p>
<p>AZOTEA</p>	<p>Alto, Vista, Ultimo piso</p>	 <p><i>Imagen 33 azotea tomada de diariofemenino.com</i></p>

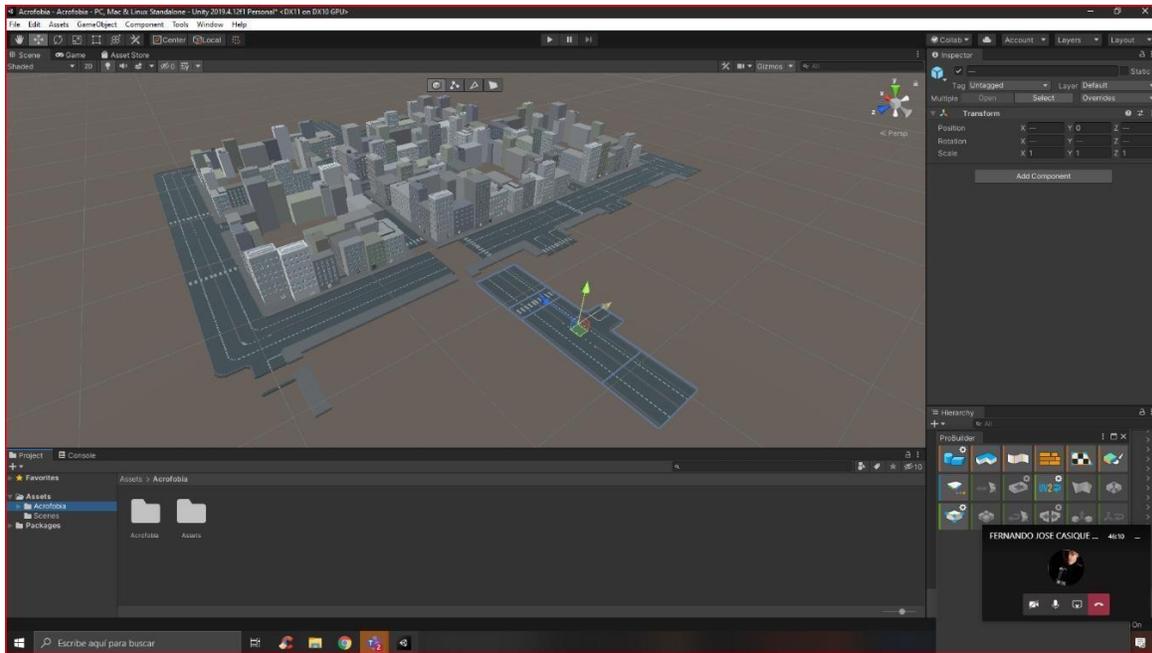
*Tabla 9 Especificación de los objetos definidos  
Elaboración propia*

## 6.5.7 CONSTRUCCIÓN

En esta parte de del proyecto empezamos la construcción de los distintos modelados que harán parte del mapa principal, para la interacción del usuario final en este mundo que desarrollamos, vale acordar que construiremos un mundo pequeño donde estarán las características visuales básicas que definen una ciudad.



*Imagen 34 Visión general del entorno  
Elaboración propia*



*Imagen 35 Visión general del entorno 2  
Elaboración propia*

En las imágenes anteriores observamos el inicio de lo que en principio se quiere proyectar, un mapa pequeño con los elementos visuales básicos de una ciudad. Probuilder es una herramienta excelente para realizar modelados 3d sin embargo para hacer cada uno de los edificios tomaría un tiempo considerablemente largo y en ocasiones difícil de acoplar en el mapa, por lo que decidimos descargar diseños ya realizados subidos por la comunidad de probuilder que traen los elementos necesarios para acoplar al mapa sin producir errores o por el contrario inestabilidad de modelado y sus dimensiones.

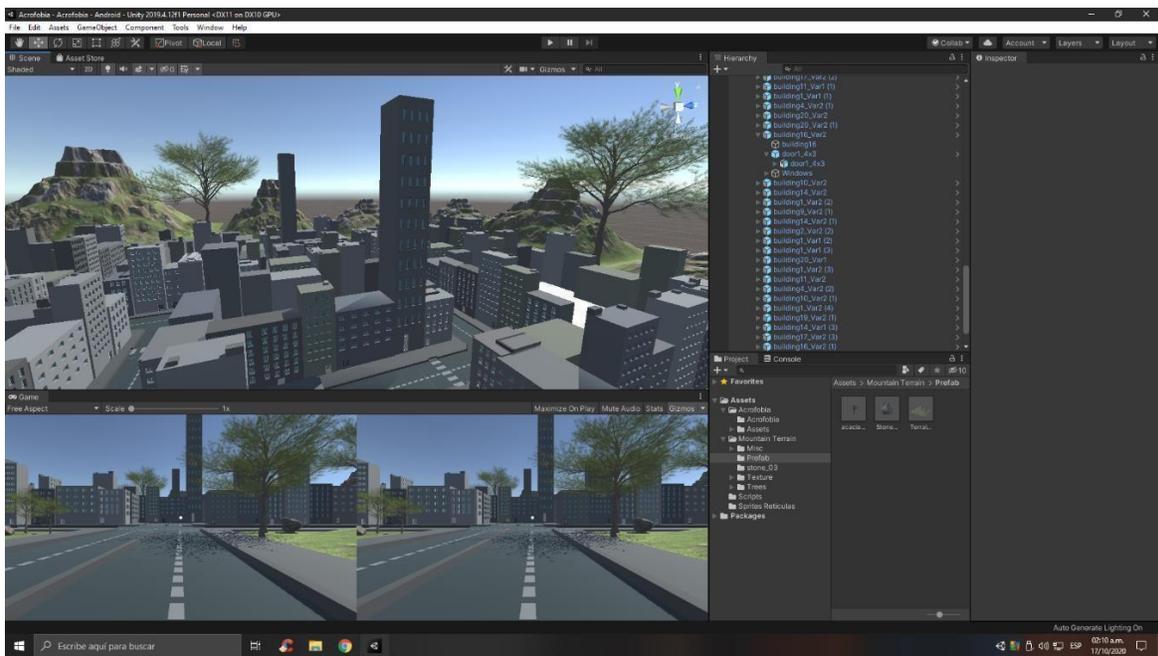
Lo siguiente que hicimos fue probar la visualización 3D y también hacer pequeñas adiciones de caracteres en primera persona para saber cómo se acoplaba visualmente el carácter en primera persona con el entorno que disponíamos en ese momento, este tipo de caracteres también se pueden descargar en foros de la comunidad de unity por lo que al momento de ejecutarlo se vio un excelente comportamiento inicial que se asemeja a lo que estamos buscando en el proyecto, por lo que de entrada el proyecto logra emular una

ciudad de forma visual, a continuación se presentara la imagen de la visualización del entorno en primera persona.

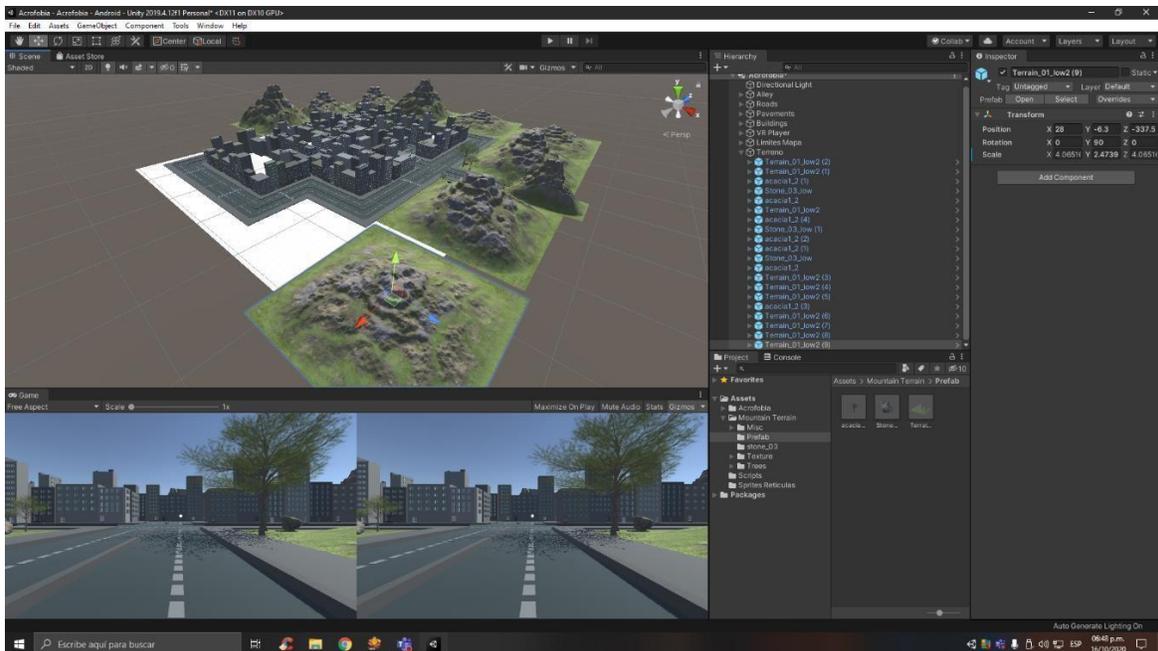


*Imagen 36 primera visualización del entorno en primera persona  
Elaboración propia*

La implementación del giroscopio se realizó a través de un pequeño código en C# esto lo adicionamos con el código de movimiento para poder realizar los desplazamientos de las ciudad y así tener una visión más concreta de como se ve la ciudad, en estado quieto y en estado desplazamiento siendo esta una de las funciones más importantes que debe cumplir el sistema, por lo que se dedicó tiempo considerable para desarrollar dicha función, la importancia del giroscopio radica en el movimiento de la cabeza, ya que la cámara debe girar en la dirección que la cabeza gira debe ser un movimiento uniforme sin presentar retrasos en el desplazamiento de la cámara, ya que una demora o una sincronización con delay resta el efecto de realidad en la inmersión simulada del sistema.

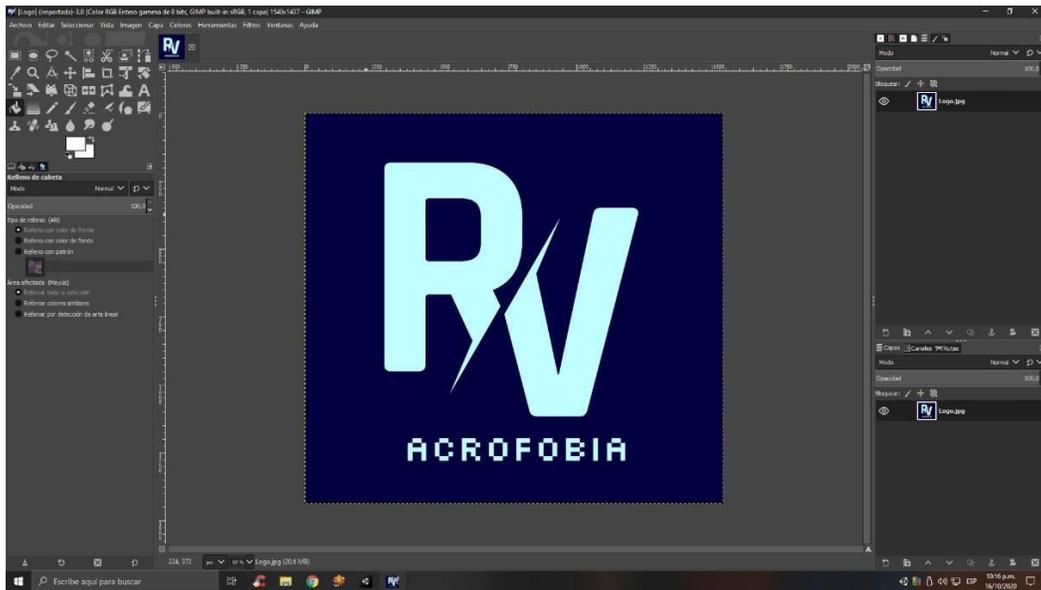


*Imagen 37 Implementación de la función giroscopio dentro del entorno  
Elaboración propia*



*Imagen 38 Adición de texturas montañosas en el entorno  
Elaboración propia*

Por efectos de portabilidad y de fácil uso decidimos que el entorno se debe ejecutar en dispositivos móviles, Unity permite la opción de exportar el material desarrollado en formato app inclusive permite hacer pruebas y tests en móviles con una app llamada unity remote 5, por lo que se empezó a desarrollar un logo para el formato app de la aplicación.



*Imagen 39 Diseño inicial del logo  
Elaboración propia*

Para mantener el control de cada versión del software se trabajó con el controlador de versiones GitHub, este es el controlador de versiones más popular y más eficiente utilizado por muchos desarrolladores de software para guardar cada versión generada, comentar cada cambio generado en el software y por último poder compartir el repositorio de desarrollo, esto facilita enormemente el tiempo de desarrollo y el trabajo de equipo, ya que al poder comentar cada cambio desarrolladores que descargan el repositorio pueden saber qué cambio se realizó y también entender la funcionalidad de un código en específico, en caso de daños en el software GitHub nos permite retroceder a la anterior versión guardada

permitiendo así tener seguridad de los cambios y tranquilidad al momento de daños que imposibiliten continuar trabajando en el proyecto de desarrollo.

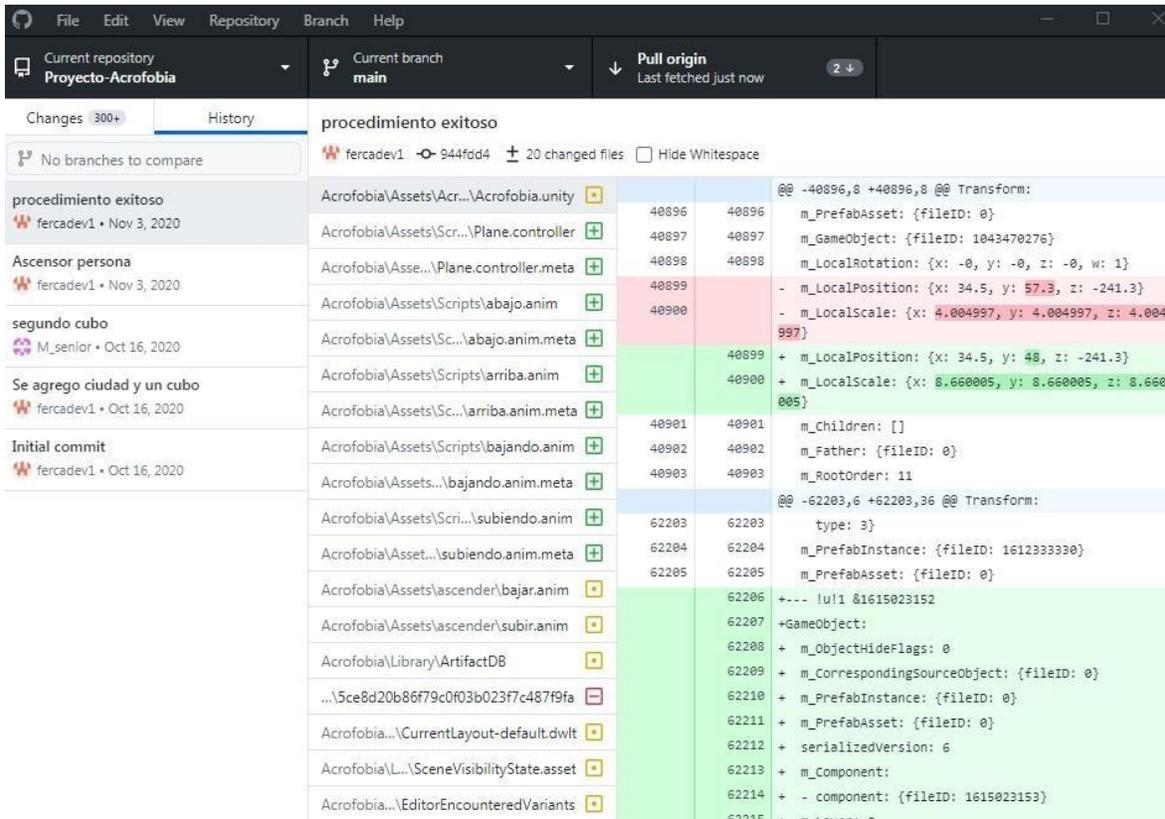
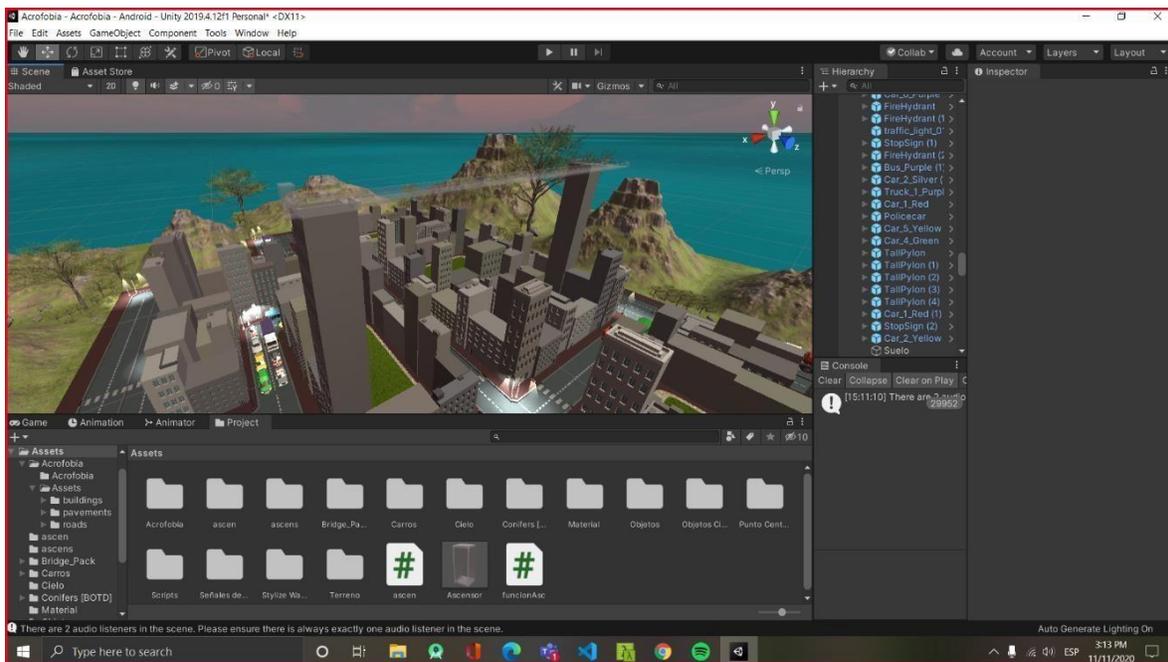


Imagen 40 Control de versiones GitHub  
Elaboración propia

## 6.5.8 PRUEBAS

Se ejecutaron pruebas de desarrollo en la funcionalidades principales del entorno, se ajustó la luz para generar mayor realismo y también se agregó transparencia en los ascensores y en el puente, esto último se logró hacer gracias a las texturas que se pueden crear dentro de unity, se debe recalcar que los ascensores y el puente fueron elaboración propia esto debido a que si descargáramos una plantilla de estos elementos dentro de la comunidad de probuilder, no podríamos adicionar la textura de transparencia que creamos, esto se debe a

que al ser ya plantillas creadas y ejecutadas no deja alterar la estructura ya definida imposibilitando hacer los cambios requeridos dentro de nuestro sistemas de RV, también se adicionaron automóviles estáticos para hacer el efecto de tráfico en la carreteras creadas, este efecto se visualiza mejor desde entornos altos por lo que es un acierto adicionarlos y que en las pruebas se ve perfectamente el realismo que se le adiciona el tráfico, desde el puente transparente se logra visualizar a la perfección generando mayor vértigo y sensaciones propias de dicha fobia



*Imagen 41 Visualización desde lo alto  
Elaboración propia*

# MANUAL DE USUARIO

- El usuario se moviliza con las flechas de dirección de la computadora.
- El ascensor 1 sube presionando la tecla 1 y baja presionando la tecla 2 de la computadora.
- El ascensor 2 baja presionando la tecla 3 y sube presionando la tecla 4 de la computadora.
- La visualización y la dirección de movilización del entorno se realiza con el movimiento del dispositivo 360°.
- El usuario se encontrará al iniciar el sistema en el punto ★
- El ascensor 1 lo encontrara siguiendo el recorrido de los puntos rojos como se muestra en la imagen, El ascensor 2 lo encontrara siguiendo el recorrido de los puntos rojos como se muestra en la imagen.



*Imagen 42 Visualización del mapa  
Elaboración propia*

## CONCLUSIONES

Según todo este proyecto podemos concluir la importancia que está adquiriendo la RV dentro de la salud, en este caso muy puntual la salud mental siendo una potente herramienta para facilitar consultas y aplicación de terapias en pacientes que lo necesitan. Este software ofrece a los psicólogos realizar esta terapia de choque de forma innovadora y fácil de usar puesto que se puede ejecutar en espacios pequeños como una oficina de consultas, el paciente se sentirá cómodo ya que no realizara actividad física ni tendrá que desplazarse a sitios de gran altitud pudiendo así salvaguardar su integridad física, este software permite ejecutarse las veces que sea necesario para el paciente quien lo usa y para el psicólogo quien es el que estudia las reacciones y analiza al paciente, por lo que puede hacer diagnósticos en tiempo real.

La RV es un herramienta de rápido crecimiento que resulta útil en cada área, siempre que se logre hacer un enfoque de lo que se quiere realizar y un trabajo permanente de esta tecnología, este proyecto nos permitió pensar que se necesita realizar un cambio de paradigma en las terapias de salud mental para ayudar a los profesionales en este campo a interactuar más con el paciente utilizando la RV de por medio, de hecho invitamos a realizar mas investigaciones de herramientas de RV aplicadas al sector salud mental.

La organización y las metodologías de desarrollo resultan fundamentales en el proceso de construcción de un software, los foros y comunidades de herramientas tecnológicas son una gran fuente de consulta y documentación, como estudiantes estamos muy satisfechos de poder cumplir con todos los objetivos de este proyecto.

## **7.1 PERSPECTIVAS FUTURAS**

La RV ha ayudado a las TICs a encontrar un espacio de trabajo significativo por lo que se refiere al tratamiento de distintos trastornos mentales. En concreto, la RV ayuda al paciente a confrontar sus problemas en contextos significativos, pero muy controlados y seguros. Además, abre la posibilidad de experimentar muchos aspectos de su vida de forma satisfactoria. De hecho, como anteriormente se ha señalado, el terapeuta puede usar la RV para proporcionar a sus pacientes experiencias significativas capaces de inducir cambios profundos y permanentes en el paciente. (Watzlawick, Weakland y Fisch, 1974).

No obstante, resultan necesarios esfuerzos adicionales para lograr que la RV pueda comercializarse con éxito y ser utilizada de forma rutinaria en la clínica: cuanto más costosa y compleja es una tecnología, es menos probable que el usuario la acepte. Por tanto, un reto fundamental para el futuro es el desarrollo de aplicaciones de RV fáciles de usar y muy adaptables en tiempo real a las necesidades de los usuarios.

Un segundo reto para el futuro es la evolución que se pueda producir en una experiencia típica de RV. Actualmente, la mayoría de las aplicaciones para la salud mental utilizan un PC en la consulta de un terapeuta. Sin embargo, el escenario tecnológico está cambiando muy rápidamente.

Para explotar el potencial completo de esta situación en evolución el desarrollo de las futuras aplicaciones basadas en TICs requerirá equipos multidisciplinares de ingenieros, programadores y terapeutas trabajando de forma conjunta para poder abordar el tratamiento de determinados problemas clínicos. Concretamente, los desarrollos basados

en TICs deben estar disponibles para toda la comunidad de expertos del ámbito de la salud en un formato fácil de comprender y que invite a la participación.

# OPINIÓN PSICOLÓGICA

San José de Cúcuta, 01 de Diciembre de 2020

Programa de Ingeniería de Sistemas  
Universidad Simón Bolívar Sede Cúcuta  
Av 3 No. 13-34 La Playa  
P.B.X: +57 (7) 582 7070

Asunto: Pertinencia del proyecto de investigación “DESARROLLO DE SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA VISUALIZACIÓN DE UN ENTORNO ACROFÓBICO Y APOYO PARA EL TRATAMIENTO DEL TRASTORNO”

Mediante la presente carta, quiero resaltar la pertinencia del proyecto de investigación “DESARROLLO DE SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA VISUALIZACIÓN DE UN ENTORNO ACROFÓBICO Y APOYO PARA EL TRATAMIENTO DEL TRASTORNO” y los diferentes aporte que este programa haría en pro de la salud mental; ya que desde la realidad virtual se estaría brindando un complemento en el tratamiento de las personas que sean diagnosticas con el trastorno de Acrofobia, que en un trabajo mancomunado entre el psicólogo tratante de la persona y el profesional de ingeniería de sistemas que manipule el programa.

En este orden de ideas, el mundo actual se ve expuesto a un proceso de globalización, donde los avances tecnológicos y el desarrollo de nuevos programas aportan en el bienestar de las personas, siempre y cuando sean manejados de forma adecuada. Es así, como las Tecnologías de la información y comunicación (TIC) se convierten en un aliado de diferentes profesiones a nivel mundial; en este caso de la psicología.

Por consiguiente, este proyecto de investigación es un gran avance en el trabajo interdisciplinario para el tratamiento de fobias o demás trastornos, que permitan a la persona diagnostica superar esta situación, que, a través de una serie de sesiones terapéuticas y acompañamiento del programa de realidad virtual, contribuyen el en tratamiento para el restablecimiento de la salud metal.

**Julián Andrés Ramírez Ortega**  
**Psicólogo.**  
**C.C. 1090506960**

# ENCUESTA

Se le realizaron unas pequeñas preguntas a un profesional en la salud mental respecto a nuestro proyecto, esto para tener evidencia de que hubo contactos con un profesional de la salud y así mismo poder realizar una mejor abstracción de información al momento de construir nuestro software.

The screenshot shows a mobile browser interface with a blue header bar. The address bar displays 'docs.google.com/form'. The form title is 'Encuesta Psicológica'. Below the title, there is a descriptive paragraph: 'Breve encuesta realizada al profesional en psicología Julián Andrés Ramírez Ortega identificado con N° de Cédula: 1090506960 de Cúcuta.' A red asterisk and the word 'Required' are positioned below the text. The first question is: 'Considera que es posible dar tratamientos a los trastornos psicológicos mediante las herramientas tecnológicas actuales? \*'. Below the question, there is a line of text: 'Si es posible, siempre y cuando las características del trastorno lo permitían, y de esta forma reforzar el tratamiento director que da el psicólogo, mediante n trabajo en conjunto.' The second question is: 'La Realidad Virtual logra simular las emociones y sensaciones que experimentaría un paciente en una situación de altura? \*'.

The screenshot shows the continuation of the Google Form. The first question is: 'La Realidad Virtual logra simular las emociones y sensaciones que experimentaría un paciente en una situación de altura? \*'. It has two radio button options: 'Si' (selected) and 'No'. The second question is: 'Cree usted que el software "ACROFOBIA APP", cumple con los requisitos para brindar apoyo en el tratamiento psicológico al trastorno de acrofobia? \*'. It has three radio button options: 'Si' (selected), 'No', and 'Tal vez'. The third question is: 'Implementaría usted este software para tratar a'.

Implementaría usted este software para tratar a pacientes que padecen de acrofobia? \*

Sí

Considera que los tratamientos de exposición directa son seguros física y psicológicamente para el paciente? \*

Sí

No

Tal vez

Cree usted que se podría mejorar los tratamientos actuales más usados para tratar la acrofobia? \*

Si

Cree que la persona puede mejorar su condición con respecto a la acrofobia por medio de los tratamientos de RV? \*

Sí

No

Tal vez

Considera que la RV puede causar algún tipo de daño psicológico o físico en la persona como tratamiento para la acrofobia? \*

Tal vez

Submitted 12/2/20, 9:40 PM

# CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 8.1 BIBLIOGRAFÍA

1. *CENTRO PSICOLOGÍA CLÍNICA (2015), Donostia - San Sebastián, Gipuzkoa. Realidad Virtual y Realidad Aumentada para Fobias. Disponible en: [http://www.cepsiclinica.com/fobias\\_realidad\\_virtual.html](http://www.cepsiclinica.com/fobias_realidad_virtual.html)*
2. *Parsons, T. y Rizzo A. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: a meta-analysis. Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 39, 250-261.*
3. *Ministerio de salud y protección social, universidad CES (2013). Proyecto de estudio nacional de salud mental Colombia. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/Ppresentaci%C3%B3n%20%20ENSM%20mayo%2028.pdf>*
4. *Hernández Sampieri R., Fernández collado C., Baptista Lucio M. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. Colombia: McGraw-Hill / Interamericana, S.A. DE C.V.*
5. *M. J. Schuemie , M. Bruynzeel , L. Drost , M. Brinckman , G. De Haan , P.M.G. Emmelkamp , C.A.P.G. van der Mast (2013). «Treatment of Acrophobia in Virtual Reality: a Pilot Study». Conference Proceedings Euromedia 2013*
6. *S. Quero, C. Botella, V. Guillén, M. Moles, S. Nebot y A. García- Palacios (2012). La realidad virtual para el tratamiento de los trastornos emocionales: una revisión. Recuperado de: [http://institucional.us.es/apcs/doc/APCS\\_8\\_esp\\_7-21.pdf](http://institucional.us.es/apcs/doc/APCS_8_esp_7-21.pdf)*

7. Powers, M. y Emmelkamp P. (2008). *Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: a meta-analysis*. *Journal of Anxiety Disorders*, 22, 561-569.
8. El Prado Psicólogos (2017). *El miedo a las alturas o acrofobia*.  
Recuperado de: <http://www.elpradopsicologos.es/miedo/alturas/>
9. Meyerbröker, K. y Emmelkamp P. (2010). *Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a systematic review of process-and-outcome studies*. *Depression and Anxiety*, 27, 933-944.
10. M. J. Schuemie , M. Bruynzeel , L. Drost , M. Brinckman , G. De Haan , P.M.G. Emmelkamp , C.A.P.G. van der Mast (2000). «*Treatment of Acrophobia in Virtual Reality: a Pilot Study*». *Conference Proceedings Euromedia 2000*
11. “*La realidad virtual para el tratamiento de los trastornos emocionales: una revisión*” (2012). Recuperado de:  
[http://institucional.us.es/apcs/doc/APCS\\_8\\_esp\\_7-21.pdf](http://institucional.us.es/apcs/doc/APCS_8_esp_7-21.pdf)
12. “*Acrofobia: miedo a las alturas*” (2017). Recuperado de:  
<http://guiapsicologia.com/fobias/acrofobia/>
13. *Combata sus fobias con la ayuda de la realidad virtual*, (2016). Recuperado de:  
<http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/realidad-virtual-para-combatir-fobias-y-ansiedades-47269>
14. *American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders, fourth edition, Revised Text*. Washington, D.C.: American Psychiatric Association (Traducción española: Masson), 2000. Retrieved from  
<https://www.manualmoderno.com/pdf-apa/c7.pdf>

15. Emmelkamp, P. M. G., Bruynzeel, M., Drost, L., & Van Der Mast, C. A. P. G. (2001). Virtual reality treatment in acrophobia: A comparison with exposure in vivo. *Cyberpsychology and Behavior*, 4(3), 335–339.  
<https://doi.org/10.1089/109493101300210222>
16. Doctoral presentada por José Antonio Lozano Quilis, T., & Mariano Alcañiz Raya, D. (2003). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Teleterapia Virtual: un Nuevo Paradigma de Telemedicina para el Tratamiento de Trastornos Psicológicos.
17. Schuemie, M. J., APG van der Mast, C., Krijn, M. M., & Emmelkamp, P. M. (n.d.). Exploratory Design and Evaluation of a User Interface for Virtual Reality Exposure Therapy. Retrieved from [www.previsl.com](http://www.previsl.com)
18. (Sampieri Hernandez, 2003). from <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
19. Bayn, M., & Martnez, J. (2010). Virtual reality-based stroke rehabilitation. In *Rehabilitacion* (Vol. 44, Issue 3, pp. 256–260). Ediciones Doyma, S.L.  
<https://doi.org/10.1016/j.rh.2009.11.005>
20. Bibliográfica Alumna, R., García Díaz Tutora, H., & Ana Rosario Martín Herranz, D. (2019). *Trabajo Fin de Grado Afrontamiento de Acrofobia en adultos Intervención de Enfermería mediante realidad virtual.*
21. Cristina, D., Arbona, B., Psicósomática, M., Psiquiatría, Y., Enlace, D. E., Arbona, C. B., García-Palacios, A., María, R., Rivera, B., & Castellano, S. Q. (n.d.).

*ARTÍCULO CUADERNOS DE Realidad Virtual y Tratamientos Psicológicos  
Virtual Reality and Psychological Treatments.*

22. De Casos, E., Baños, R. M., Botella, R. C., Perpiñá, A. C., Quero, S., & Resumen, C. (2001). *CLÍNICA Y SALUD 391 Tratamiento mediante realidad virtual para la fobia a volar: un estudio de caso Treatment of fear of flying by means of virtual reality: a case report* (Vol. 12).
23. De Ingeniería, E., & Sistemas, E. N. (2018). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE PC PARA TRATAR LA FOBIA A LAS ALTURAS (ACROFOBIA), MEDIANTE EL USO DEL DISPOSITIVO OCULUS RIFT.”* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9100>
24. *El abordaje de las fobias- ClinicalKey*. (n.d.). Retrieved August 31, 2020, from <https://ezproxy.unisimon.edu.co:2104/#!/content/playContent/1-s2.0-S1134207213705954?returnurl=https:%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1134207213705954%3Fshowall%3Dtrue&referrer=>
25. Emmelkamp, P. M. G., Krijn, M., Hulsbosch, A. M., De Vries, S., Schuemie, M. J., & Van der Mast, C. A. P. G. (2002). Virtual reality treatment versus exposure in vivo: A comparative evaluation in acrophobia. *Behaviour Research and Therapy*, 40(5), 509–516. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(01\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(01)00023-7)
26. Grado, T. DE, Magali Suxo Casas TUTOR METODOLÓGICO, M., Sc Aldo Ramiro Valdez Alvarado ASESOR, M., & Celia Elena Tarquino Peralta, L. (2017). *UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y*

<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/16336>

27. *Realidad virtual como herramienta en fisioterapia, ¿ficción o realidad?*-  
*ClinicalKey*. (n.d.). Retrieved August 31, 2020, from  
<https://ezproxy.unisimon.edu.co:2104/#!/content/playContent/1-s2.0-S0211563817301189?returnurl=https:%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0211563817301189%3Fshowall%3Dtrue&referrer=>
28. Rothbaum, B. O., Garcia-Palacios, A., & Rothbaum, A. O. (2012). Tratamiento de los trastornos de ansiedad con terapia de exposición a realidad virtual Treating anxiety disorders with virtual reality exposure therapy Exposición a realidad virtual. *Rev Psiquiatr Salud Ment (Barc.)*, 5(2), 67–70.  
<https://doi.org/10.1016/j.rpsm.2011.05.003>
29. *Understanding Virtual Reality - 2nd Edition*. (n.d.). Retrieved August 31, 2020, from <https://www.elsevier.com/books/understanding-virtual-reality/sherman/978-0-12-800965-9>
30. Carrillo, N. (2018). *Microsoft Visual Studio*.  
<https://prezi.com/qxrsgrhuhjdb/microsoft-visual-studio-es-un-entorno-de-desarrollo-integrad/>
31. Características de desarrollo de Visual Studio | Visual Studio. (2020).  
<https://visualstudio.microsoft.com/es/vs/features/>
32. Visual Studio 2017 - User interface. (2020). <https://tutorials.visualstudio.com/vs-get-started/user-interface>

33. Interfaz Gráfica de Usuario Netbeans. (2020). <https://dcodingames.com/interfaz-grafica-de-usuario-con-netbeans/>
34. González, M. (n.d.). Herramienta de Desarrollo Netbeans.
35. Netbeans | Marco de Desarrollo. (n.d.). Retrieved September 18, 2020, from <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/888>
36. Ventajas y Desventajas - AutoCad. (2020). <https://sites.google.com/site/loqueheaprendidoautocadg/ventajas-y-desventajas>
37. CRYENGINE | Características. (n.d.). Retrieved September 17, 2020, from <https://www.cryengine.com/features>
38. CRYENGINE: la poderosa plataforma de desarrollo de juegos de Crytek. (n.d.). Retrieved September 17, 2020, from <https://www.crytek.com/cryengine>
39. Grau, S., & Grau En Multimèdia, T. : (n.d.). Creación de entornos virtuales utilizando Unreal Engine 4 Autor: Pau Fernández Guardia.
40. Kléber, D., & Briones, P. (n.d.). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
41. Eclipse IDE 2020-06 | La Fundación Eclipse. (n.d.). Retrieved September 17, 2020, from <https://www.eclipse.org/eclipseide/>
42. Gimp.es. (n.d.). Retrieved September 16, 2020, from <https://gimp.es/>
43. Software de edición de fotos, imágenes y diseño | Adobe Photoshop. (n.d.). Retrieved September 16, 2020, from <https://www.adobe.com/la/products/photoshop.html>
44. Funciones - blender.org. (n.d.). Retrieved September 15, 2020, from <https://www.blender.org/features/>

45. User Interface | Revit Products 2020 | Autodesk Knowledge Network. (n.d.). Retrieved September 14, 2020, from <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/ENU/Revit-GetStarted/files/GUID-3197A4ED-323F-4D32-91C0-BA79E794B806-htm.html>
46. Losch, C., Losch, P., Kurz, R., Stempel, A., Kühn, T., Edwards, P.-A., Behne, S., Behne, W., Kunert, T., O'reilly, D., Everett, P., Bastian, C., Kniemeyer, O., Barber, K., Uhlig, J., Willeke, F., Rath, S., De Plugins, P., Breitzke, M., ... Wardlaw, S. (1989). I CINEMA 4D R12 Inicio Rápido.
47. Qué hay de nuevo en AutoCAD 2021 | Características | Autodesk. (n.d.). Retrieved September 13, 2020, from <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/features?plc=ACDIST&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
48. AutoCAD for Mac y AutoCAD para Windows | Software CAD 2D/3D | Autodesk. (n.d.). Retrieved September 13, 2020, from <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview?plc=ACDIST&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
49. Unreal Engine 4 Documentation | Unreal Engine 4.5 Release Notes. (n.d.). Retrieved September 10, 2020, from [http://ue4.su/ru/Support/Builds/ReleaseNotes/2014/4\\_5](http://ue4.su/ru/Support/Builds/ReleaseNotes/2014/4_5)
50. WorkSpaces de Game Maker Studio 2 | Aprende Game Maker. (n.d.). Retrieved September 10, 2020, from <https://www.aprendegamemaker.com/workspaces/>
51. Unity - Manual: interfaces de usuario (UI). (n.d.). Retrieved September 9, 2020, from

[https://docs.unity3d.com/2020.2/Documentation/Manual/UIToolkits.html?\\_ga=2.251058950.1818157332.1599628280-350136916.1599628280](https://docs.unity3d.com/2020.2/Documentation/Manual/UIToolkits.html?_ga=2.251058950.1818157332.1599628280-350136916.1599628280)

52. Unity - Manual: Unity User Manual (2019.4 LTS). (n.d.). Retrieved September 7, 2020, from [https://docs.unity3d.com/Manual/index.html?\\_ga=2.61767212.1096075609.1599537151-289113141.1599537151](https://docs.unity3d.com/Manual/index.html?_ga=2.61767212.1096075609.1599537151-289113141.1599537151)
53. Creador y editor de juegos 2D y 3D | Software de realidad aumentada/virtual | Motor de juegos | Unity. (n.d.). Retrieved September 7, 2020, from <https://unity.com/es/products/unity-platform>
54. Overview of Visual Studio | Microsoft Docs. (n.d.). Retrieved September 7, 2020, from <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2019>
55. NetBeans IDE | Oracle Colombia. (n.d.). Retrieved September 7, 2020, from <https://www.oracle.com/co/tools/technologies/netbeans-ide.html>
56. Eclipse IDE. (n.d.). Retrieved September 7, 2020, from <https://www.genbeta.com/desarrollo/eclipse-ide>
57. Gimp - EcuRed. (n.d.). Retrieved September 6, 2020, from [https://www.ecured.cu/Gimp#Visi.C3.B3n\\_general](https://www.ecured.cu/Gimp#Visi.C3.B3n_general)
58. Schuemie, M. J., APG van der Mast, C., Krijn, M. M., & Emmelkamp, P. M. (n.d.). Exploratory Design and Evaluation of a User Interface for Virtual Reality Exposure Therapy. Retrieved September 5, 2020, from [www.previsl.com](http://www.previsl.com)
59. Doctoral presentada por José Antonio Lozano Quilis, T., & Mariano Alcañiz Raya, D. (2003). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Teletarapia Virtual:

un Nuevo Paradigma de Telemedicina para el Tratamiento de Trastornos Psicológicos.

60. Emmelkamp, P. M. G., Bruynzeel, M., Drost, L., & Van Der Mast, C. A. P. G. (2001). Virtual reality treatment in acrophobia: A comparison with exposure in vivo. *Cyberpsychology and Behavior*, 4(3), 335–339. <https://doi.org/10.1089/109493101300210222>
61. Inventor | Software CAD 3D y de diseño mecánico | Autodesk. (n.d.). Retrieved September 5, 2020, from <https://latinoamerica.autodesk.com/products/inventor/overview?plc=INVPROSA&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
62. Autodesk. (n.d.). Revit. Retrieved September 5, 2020, from <https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/overview?plc=RVT&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
63. Autodesk. (n.d.). 3ds Max . Retrieved September 5, 2020, from <https://latinoamerica.autodesk.com/products/3ds-max/overview?plc=3DSMAX&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
64. ¿Qué es AutoCAD? ¿Para qué sirve? - Tecnología + Informática. (n.d.). Retrieved September 5, 2020, from <https://www.tecnologia-informatica.com/que-es-autocad-para-que-sirve/>
65. Epic Games Inc. (n.d.). Unreal Engine. Retrieved September 5, 2020, from <https://www.unrealengine.com/en-US/>

66. GameMaker Studio. (n.d.). Retrieved September 5, 2020, from <http://docs2.yoyogames.com/>
67. ¿Qué es Photoshop y para que sirve? . (n.d.). Retrieved September 5, 2020, from <https://neoattack.com/neowiki/photoshop/>
68. *¿Qué es Banca? » Su Definición y Significado [2020]*. (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from <https://conceptodefinicion.de/banca/>
69. Alberto, J., Cruz, F., Gallardo, P. C., & Avalos Villarreal, E. (2014). *La realidad virtual, una tecnología innovadora aplicable al proceso de enseñanza de los estudiantes de ingeniería Virtual reality, an innovative technology applicable to the teaching of engineering students* (Vol. 6). <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura3/rt/printerFri...>
70. *Ascensor, Mogilevliftmash, Escalera Mecánica imagen png - imagen transparente descarga gratuita*. (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from <https://www.freepng.es/png-o4wv27/>
71. *Ascensor eléctrico - SYNERGY - Thyssen Krupp Elevator - para el sector servicios / sin sala de máquinas*. (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from <https://www.archiexpo.es/prod/thyssen-krupp-elevator/product-49335-666350.html>
72. *Ascensores de cristal: características de los ascensores panorámicos - Multielevación*. (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from <https://multielevacion.com/ascensores-de-cristal-caracteristicas/>
73. Baños Rivera, R., Perpiñá Tordera, C., Villa Martín, H., García Palacios, A., Botella Arbona, C., Frabegat, S., & Quero Castellano, S. (2002). El tratamiento de la claustrofobia por medio de realidad virtual. *Análisis y Modificación de*

*Conducta*, 28(117), 109–128.

74. *Bogotá, ahora con semáforos con contador regresivo | RCN Radio*. (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from <https://www.rcnradio.com/bogota/bogota-ahora-con-semaforos-con-contador-regresivo>
75. Botella, C., Bretón-López, J., Serrano, B., García-Palacios, A., Quero, S., & Baños, R. (2015). Tratamiento de la fobia a volar usando la exposición de realidad virtual con o sin reestructuración cognitiva: Preferencias de los participantes. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 19(3), 157. <https://doi.org/10.5944/rppc.vol.19.num.3.2014.13898>
76. Carrasco, A. R., Mora, J., & Valero, I. (2017). Posibilidades de la Realidad Virtual para la prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción. *Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports*.
77. *Contenedores de 50 a 1100 litros - Gestión de residuos - Soluciones Globales para el Reciclaje*. (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from <https://www.recytrans.com/productos/automatizacion-y-envases/contenedores-de-basura/>
78. *El ascensor (exterior) más alto del mundo. | MG7 Elevación*. (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from <https://mg7elevacion.es/blog/el-ascensor-exterior-mas-alto-del-mundo/>
79. *Fachada De Un Tamaño Normal, Sencilla Casa De Un Parking En Frente De Ella Fotos, Retratos, Imágenes Y Fotografía De Archivo Libres De Derecho. Image 51698295*. (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from [https://es.123rf.com/photo\\_51698295\\_fachada-de-un-tamaño-normal-sencilla-casa-](https://es.123rf.com/photo_51698295_fachada-de-un-tamaño-normal-sencilla-casa-)

de-un-parking-en-frente-de-ella.html

80. Grado, T. DE, Magali Suxo Casas TUTOR METODOLÓGICO, M., Sc Aldo Ramiro Valdez Alvarado ASESOR, M., & Celia Elena Tarquino Peralta, L. (2017). *UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES CARRERA DE INFORMÁTICA POSTULANTE*.
81. Peñate, W., Roca-Sánchez, M.J., & Del Pino-Sedeño, T. (2014). LOS NUEVOS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS APLICADOS AL TRATAMIENTO PSICOLÓGICO. *Acta Colombiana de Psicología*, 17(2), 91-101 Peñate, W., Roca-Sánchez, M.J., Del Pino, T. [http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas\\_ucatolica/index.php/acta-colombiana-psicologia/article/view/168/208](http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas_ucatolica/index.php/acta-colombiana-psicologia/article/view/168/208)
82. *Petronas Towers Complex - The Skyscraper Center*. (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from <https://www.skyscrapercenter.com/complex/154>
83. Pintos, R. E., Mariño, S. I., & Godoy, M. V. (n.d.). *La realidad virtual como herramienta en la enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana para el nivel EGB II*.
84. Previo, P., Obtención, A. La, Título, D., Tecnólogo, D. E., Vinicio, M., & Andino, G. (n.d.). *ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNOLÓGOS DISEÑO DEL CAMPUS VIRTUAL DE LA ESFOT EN 3D*.
85. Ramírez, A., Johanna Benítez, S., & Angélica Gómez, M. (2017). LA ACROFOBIA Y SU TRATAMIENTO A TRAVÉS DE REALIDAD VIRTUAL Acrophobia and its treatment through virtual reality. *Ojs.Urepublicana.Edu.Co*, 4, 77–82. <https://doi.org/10.21017/rimci.2017.v4.n7.a24>

86. *Skywalk Rennweg | Arquitectura en acero.* (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from <http://www.arquitecturaenacero.org/proyectos/obras-civiles/skywalk-rennweg>
87. *Soñar con una azotea: ¿sabes a dónde vas?* (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from <https://www.diariofemenino.com/articulos/psicologia/significado-de-los-suenos/sonar-con-una-azotea-sabes-a-donde-vas/>
88. Superior, E. P. (2017). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID TRABAJO FIN DE GRADO Herramienta de diseño de juegos tipo mazmorra para Gamemaker Studio 2.*
89. *Vista Frontal De Dos Edificios Construidos Blanco Más Hermoso Cielo Azul Con Nubes Fotos, Retratos, Imágenes Y Fotografía De Archivo Libres De Derecho.* Image 21488783. (n.d.). Retrieved November 16, 2020, from [https://es.123rf.com/photo\\_21488783\\_vista-frontal-de-dos-edificios-construidos-blanco-más-hermoso-cielo-azul-con-nubes.html](https://es.123rf.com/photo_21488783_vista-frontal-de-dos-edificios-construidos-blanco-más-hermoso-cielo-azul-con-nubes.html)
90. *Vittrea | Las partes del ojo: 80% de la información sensorial llega a través de nuestros ojos.* (n.d.). Retrieved August 31, 2020, from <https://www.vittrea.com/las-partes-del-ojo/>