

**REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA APLICADA  
AL MARKETING INMOBILIARIO:  
ESTADO ACTUAL, PERSPECTIVAS DE FUTURO  
Y APLICACIÓN SOBRE SOFTWARE “GAME  
ENGINE”**

CHABELY VARGAS MEJIA

TUTOR: FERNANDO COS - GAYÓN LÓPEZ

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN  
MÁSTER EN EDIFICACIÓN. GESTIÓN.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**ME** MÁSTER OFICIAL  
UNIVERSITARIO  
EDIFICACIÓN

JULIO DE 2019

## CONTENIDO

1.1	ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	3
1.2	ÍNDICE DE GRAFICAS .....	4
1.3	ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	5
1.4	ÍNDICE DE IMÁGENES .....	8
	<b>RESUMEN</b> .....	9
	<b>PALABRAS CLAVE</b> .....	9
	<b>GLOSARIO Y ABREVIATURAS</b> .....	9
	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	11
	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	12
	<b>OBJETIVOS</b> .....	13
	Objetivo General: .....	13
	Objetivos Específicos:.....	13
	<b>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	13
	<b>ALCANCE</b> .....	14
	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	14
	<b>ESTADO DEL ARTE:</b> .....	15
<b>2</b>	<b>MARKETING</b> .....	15
2.1	Marketing inmobiliario pasado y presente en España.....	16
2.2	Marketing interactivo: contacto directo del cliente con el producto. ....	18
2.3	El cliente como diseñador: .....	19
2.4	Participación del cliente en el diseño arquitectónico a través de la Realidad Virtual:.....	19
<b>3</b>	<b>REALIDAD VIRTUAL</b> .....	20
3.1	Realidad Virtual. Origen y expansión a otros ámbitos. ....	20
3.1.1	Realidad Virtual en Arquitectura. ....	28
	La realidad virtual está cambiando rápidamente la industria de la arquitectura: .....	29
	Los arquitectos pueden usar la RV en varias etapas del proceso de diseño. ....	31
3.1.2	Realidad Virtual en Marketing y su influencia en los clientes. ....	31
3.1.3	Retos que limitan la integración de realidad virtual y su mayor consumo:.....	34
3.1.4	Cinetosis o mareo causado por el uso de la realidad virtual. ....	35
3.1.5	Ejemplos de aplicación de la Realidad Virtual en Marketing:.....	37
3.1.6	Realidad Virtual y Realidad Aumentada; diferencias y similitudes.....	41
3.2	Aplicación en Marketing inmobiliario y referentes actuales. ....	46

3.2.1	WHA architecture, Estados Unidos. ( <i>utilizando autodesk cad, sketchup, lumion, vray</i> ) .....	47
3.2.2	DG-LA, Venezuela ( <i>sketchup, vray, photoshop</i> ) .....	48
3.2.3	DESIGNHAAUS, India ( <i>sketchup y vray</i> ).....	48
3.3	La empresa <i>Yantram Studio</i> de Estados Unidos .....	49
3.4	Como vender una aplicación de este tipo y como esta tecnología puede sustituir los métodos de mercadeo actuales. ....	51
3.5	Realidad Virtual en cifras: empresas que invierten en el “futuro virtual”. ....	52
3.6	Otras empresas que invierten en esta tecnología: y los dispositivos que ofrecen al mercado actual. 56	
3.7	Human-Computer Interaction (HCI) .....	71
<b>4</b>	<b>GAME ENGINE</b> .....	<b>72</b>
4.1	El motor de juego como base de desarrollo de Realidad Virtual.....	73
4.2	Últimas tendencias en las demandas del cliente.....	76
<b>5</b>	<b>PROPUESTA DE APP.</b> .....	<b>80</b>
5.1	Desarrollo de aplicación de Realidad Virtual Inmobiliaria utilizando Unreal Engine 4 y estrategias de implementación de dicha aplicación. ....	80
5.1.1	Desarrollo de las últimas etapas de la aplicación. ....	88
<b>6</b>	<b>CONCLUSIÓN</b> .....	<b>98</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>100</b>

## 1.1 ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Avintia Inmobiliaria (2019). Recuperado de: <a href="https://www.idealista.com/obra-nueva/82097544/">https://www.idealista.com/obra-nueva/82097544/</a> .....	17
Ilustración 2. Prado Recomba Hogares (2018). Fuente: <a href="https://pradorecomba.com/residencial-nou-benicalap-valencia/">https://pradorecomba.com/residencial-nou-benicalap-valencia/</a> .....	18
Ilustración 3. En la página anterior, dibujo del prototipo de la maquina Sensorama registrada el 10 de enero de 1961 (1962). Recuperado de: <a href="http://smattes.com/article/47/sensorama">http://smattes.com/article/47/sensorama</a> .....	21
Ilustración 4. Octagon Studio. Gráfico que muestra los elementos que componían el sistema METAPLAY (s.f.). Recuperado de: <a href="http://blog.octagonstudio.com/history-of-augmented-reality/">http://blog.octagonstudio.com/history-of-augmented-reality/</a> .....	22
Ilustración 5. Ejemplo de cómo interactúan los proyectores de imágenes dentro de una CAVE. (2016) Recuperado de: <a href="http://www.visbox.com/products/cave/">http://www.visbox.com/products/cave/</a> .....	26
Ilustración 6. Empaque en el que se comercializaba el programa QuickTimeVR de la empresa Apple. (2001). .....	27
Ilustración 7. Micke Tong. Representación del uso de un HMD. (2016). .....	28
Ilustración 8. Fernández, Israel. (2016). Recuperado de: <a href="https://www.bloglenovo.es/por-que-realidad-virtual-marea/">https://www.bloglenovo.es/por-que-realidad-virtual-marea/</a> .....	35
Ilustración 9. Parte del recorrido que permite la presentación de realidad virtual de los quesos Boursin. (2015). Recuperado de: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=XRik3h5M-qU">https://www.youtube.com/watch?v=XRik3h5M-qU</a> .....	37
Ilustración 10. Captura del video de la presentación oficial del Nissan Rouge edificio limitada en combinación con Star Wars Rouge One. (2016) Recuperado de: <a href="https://www.youtube.com/watch?time_continue=259&amp;v=AVspm3h4FI8">https://www.youtube.com/watch?time_continue=259&amp;v=AVspm3h4FI8</a> canal oficial de Nissan en YouTube. ....	39
Ilustración 11. Vista de lo que el usuario de las Oculus podía ver en el recorrido virtual dentro del modelo de edición limitada del Nissan Rouge. (2016). Recuperado de: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=C1aRgJNicko">https://www.youtube.com/watch?v=C1aRgJNicko</a> .....	39
Ilustración 12. Imágenes de la web oficial de Volvo de lo que fue la campaña de la prueba de manejo a través de la realidad virtual. (2014). Recuperado de: <a href="https://www.volvocars.com/us/about/our-points-of-pride/google-cardboard">https://www.volvocars.com/us/about/our-points-of-pride/google-cardboard</a> .....	40
Ilustración 13. Portada del videojuego Batman Arkham VR, en donde se puede observar como en el diseño incluyen el uso de las gafas y los mandos necesarios para utilizar el juego. (2016) Recuperado de: <a href="https://www.amazon.es">https://www.amazon.es</a> .....	42
Ilustración 14. Ejemplo de cómo el usuario puede percibir el juego de Batman Arkham VR mientras lo ejecuta en su consola. (2016) Recuperado de: <a href="https://www.playstation.com/es-es/games/batman-arkham-vr-ps4/">https://www.playstation.com/es-es/games/batman-arkham-vr-ps4/</a> .....	42
Ilustración 15. Portada de la Web que ofrece el software de pintura- escultura tridimensional Tiltbrush dándole una nueva herramienta a los artistas y aficionados del arte digital. (2016). Recuperado de: .....	42
Ilustración 16. Ejemplo de cómo se utiliza el software Tiltbrush el cual le permite al usuario esculpir sus ilustraciones literalmente en un entorno virtual casi ilimitado. (2016). Recuperado de: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=TckqNdrdbgk">https://www.youtube.com/watch?v=TckqNdrdbgk</a> canal oficial de Google en Youtube. ....	43
Ilustración 17. Ejemplo de cómo el usuario puede ver un Pokémon a través de la pantalla de su móvil, aunque en la vida real este no se encuentre ahí, siendo este un ejemplo claro de la Realidad Aumentada. (s.f.). Recuperado de: <a href="https://www.nobbot.com">https://www.nobbot.com</a> .....	43

Ilustración 18. Ejemplo de vista tipo modelo tridimensional o maqueta de una vivienda, en la web utilizando el mouse o utilizando gafas de realidad virtual es posible acercarse a una de las estancias de la vivienda y recorrerla con una imagen de alta calidad, la clave de esta herramienta son las fotografías tridimensionales.(s.f.) Recuperado de: <a href="https://matterport.com/3d-space/pennsylvania-craftsman-home/">https://matterport.com/3d-space/pennsylvania-craftsman-home/</a>	46
Ilustración 19. Ejemplo de entorno interior diseñado por la empresa DG-LA (2016). Recuperado de: <a href="http://www.dg-la.com/portfolio/novo-92-apto-202/">http://www.dg-la.com/portfolio/novo-92-apto-202/</a>	48
Ilustración 20. Ejemplo del entorno interior diseñado por DESIGNHAUS. (s.f.) Recopilado de: <a href="http://designhaus.com/projects/our-focus.html">http://designhaus.com/projects/our-focus.html</a>	48
<i>Ilustración 21. Ejemplo de entorno virtual desarrollado por Yantran Studios para un cliente en Europa. (s.f.)</i>	50
Ilustración 22. Ejemplo de la aplicación interactiva de realidad virtual desarrollada por la empresa Yantram Studio. (s.f.) Recuperado de: <a href="https://www.youtube.com/watch?time_continue=143&amp;v=Oj_x0jvb8w0">https://www.youtube.com/watch?time_continue=143&amp;v=Oj_x0jvb8w0</a>	50
Ilustración 23. Todos los logos de marcas. Recuperado de: <a href="http://vrworldcongress.com/expo/vrwc-expo/">http://vrworldcongress.com/expo/vrwc-expo/</a> . (2017)	55
Ilustración 24. Cámara VR180 (s.f.). Recopilado de: <a href="https://www.lenovo.com/us/en/daydreamvr/">https://www.lenovo.com/us/en/daydreamvr/</a>	56
Ilustración 25. Ejemplo de entorno creado con TiltBrush, titulado MOEBIUS TRIBUTE, creado por Michelle Brown. (2019) Recopilado de: <a href="https://poly.google.com/view/9pm5Wzbv70Y">https://poly.google.com/view/9pm5Wzbv70Y</a>	57
Ilustración 26. Ejemplo de las características del software Earth VR de Google. (2017) Recopilado de: <a href="https://vr.google.com/earth/">https://vr.google.com/earth/</a>	57
Ilustración 27. Esquema de funcionamiento del sistema SentioVR. (2019). Recuperado de: <a href="https://www.sentiovr.com">https://www.sentiovr.com</a>	69
Ilustración 28. Clip del juego Suoer Mario World en el que todo el tiempo el personaje principal llamado Mario, se desplaza por este mundo virtual visto en 2D. (1990) Recopilado de: <a href="https://www.nintendo.es/Juegos/Super-Nintendo/Super-Mario-World-752133.html">https://www.nintendo.es/Juegos/Super-Nintendo/Super-Mario-World-752133.html</a>	74
Ilustración 29. Clip del juego Mega Man Zero 1 el cual tiene la misma mecánica que Super Mario Word, con movimientos y desarrollo de la partida en entornos 2D. (2002) Recopilado de: <a href="https://video-streaming.orange.fr">https://video-streaming.orange.fr</a>	74
<i>Ilustración 30. Clip del juego CUPHEAD el cual, aunque parece bidimensional, al jugarlo se observan características tridimensionales puesto que los personajes se mueven en todas las direcciones. (2017) Recopilado de:</i>	75
Ilustración 31. Poster promocional que muestra personajes y actividades que se realizan en Fortnite como lanzarse desde un autobús volador o detonar explosiones para ganar batallas, con un entorno totalmente tridimensional (2019). Recopilado de:	75
Ilustración 32. Recopilado de: <a href="https://www.ericsson.com">https://www.ericsson.com</a> . (2019)	76
Ilustración 33. Recopilado de: <a href="https://www.ericsson.com">https://www.ericsson.com</a> . (2019)	77

## 1.2 ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de uso de realidad virtual y sus dispositivos de visualización. (2016) Elaboración propia. Recuperado de: <a href="http://www.cgarchitect.com/2016/07/survey-results-vr-usage-in-arch-viz">http://www.cgarchitect.com/2016/07/survey-results-vr-usage-in-arch-viz</a>	29
---	----

Gráfica 2. Porcentajes de ámbitos laborales en donde los encuestados utilizan la realidad virtual y sus dispositivos de visualización. (2016). Elaboración propia. Recuperado de: <a href="http://www.cgarchitect.com/2016/07/survey-results-vr-usage-in-arch-viz">http://www.cgarchitect.com/2016/07/survey-results-vr-usage-in-arch-viz</a> .....	30
Gráfica 3. Influencia de los entornos virtuales en sus usuarios. Elaboración propia. (Barnes, 2016). Fuente De la imagen: <a href="https://www.freepik.es/fotos-vectores-gratis/tecnologia">https://www.freepik.es/fotos-vectores-gratis/tecnologia</a> .....	32
Gráfica 4 . Retos actuales de la implementación de la Realidad Virtual. Recuperado de: (ConsumerLab, 2017) .....	34
Gráfica 5. Paradojas del uso de la realidad virtual. Recuperado de: (ConsumerLab, 2017).....	35
Gráfica 6. <i>Esquema de la continuidad de la virtualidad, planteado por</i> (Milgram & Kishino, 1994). .....	44
Gráfica 7. Plan de Marketing adaptado de (Mestre, 2001). Elaboración propia. (2019).....	51
Gráfica 8. Que quieren los usuarios de Realidad Virtual/ Realidad Aumentada encuestados por la empresa Ericsson.(2019) Recopilado de: <a href="https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019#trend9mydigitaltwin77">https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019#trend9mydigitaltwin77</a>	
Gráfica 9: Opinión de los usuarios de Realidad Virtual/ Realidad Aumentada encuestados por la empresa Ericsson.(2019) Recopilado de: <a href="https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019#trend9mydigitaltwin78">https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019#trend9mydigitaltwin78</a>	
Gráfica 10. Opinión sobre el uso de la red 5G por los usuarios de Realidad Virtual/ Realidad Aumentada encuestados por la empresa Ericsson. (2019). Recopilado de: <a href="https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019#trend9mydigitaltwin79">https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019#trend9mydigitaltwin79</a>	
Gráfica 11. Ciclo de vida del desarrollo de sistemas y el desarrollo basados en componentes (Kendall & Kendall, 2008) .....	80

## 1.3 ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Anuncio publicitario EUROBRAVA agencia inmobiliaria-años 1960s. (s.f.). Recuperado de: <a href="https://www.todocoleccion.net">https://www.todocoleccion.net</a> .....	16
Fotografía 2. Ejemplo de una hoja de anuncios clasificados de una edición del periódico La Vanguardia, este tipo de método de comercialización ha ido desapareciendo, siendo superado por el uso del internet para vender, puesto que ya no es tan asidua como en el pasado la lectura de la prensa impresa. (2003). Recuperado de: <a href="http://www.eduardandreu.com">http://www.eduardandreu.com</a> .....	17
Fotografía 3.Imágenes del visor de Realidad Virtual conocido como La Espada de Damocles. (1968).....	21
Fotografía 4.Ejemplo de cómo los usuarios utilizaban el dispositivo creado por Myron Krueger <Videoplace>, (1975). Recuperado de: <a href="https://www.researchgate.net/">https://www.researchgate.net/</a> .....	22
Fotografía 5. Simulador de vuelo VCASS (1981). Recuperado de: <a href="http://voicesofvr.com/245-50-years-of-vr-with-tom-furness-the-super-cockpit-virtual-retinal-display-hit-lab-virtual-world-society/">http://voicesofvr.com/245-50-years-of-vr-with-tom-furness-the-super-cockpit-virtual-retinal-display-hit-lab-virtual-world-society/</a> .....	23
Fotografía 6. Visor de realidad virtual construido por la NASA (1989). Recuperado de: <a href="https://www.reddit.com/r/oculus/comments/4jvc2o/1989_nasas_virtual_visual_environment_display/">https://www.reddit.com/r/oculus/comments/4jvc2o/1989_nasas_virtual_visual_environment_display/</a> .....	23
Fotografía 7. Dos personas demuestran el sistema EyePhone que usa gafas especiales y un “DataGlove” que les permite ver y mover objetos en un entorno 3D creado por computadora (1989). Recuperado de: <a href="https://flashbak.com/jaron-laniers-eyephone-head-and-glove-virtual-reality-in-the-1980s-26180/">https://flashbak.com/jaron-laniers-eyephone-head-and-glove-virtual-reality-in-the-1980s-26180/</a> .....	24

Fotografía 8. En la que se muestra la manera correcta de utilizar BOOM y como el usuario podía controlar lo que veía y en qué dirección observar en el entorno virtual (1993). Recuperado de: <a href="http://www.fakespacelabs.com/tools.html">http://www.fakespacelabs.com/tools.html</a> .....	25
Fotografía 9. Exploración del flujo de aire utilizando un Túnel de Viento Virtual desarrollado por Ames para la Nasa. Recuperado de: (Gervautz, & Mazuryk, 1996).....	25
Fotografía 10. Primer prototipo de MARS (Mobile Augmented Reality System). (1997) creado por Steven Feiner, Blair MacIntyre, Tobias Hollerer, y Anthony Webster, de la Universidad de Colombia. Recuperado de: <a href="https://www.leoalmanac.org/vol19-no2location-based-virtual-interventions/">https://www.leoalmanac.org/vol19-no2location-based-virtual-interventions/</a> .....	27
Fotografía 11. Imágenes del evento de presentación del juego Intruders (2018). .....	36
Fotografía 12. Demostración del recorrido virtual ofrecido por la marca de quesos estadounidense Boursin en donde el cliente experimenta un recorrido a modo de montaña rusa dentro de un refrigerador. (2015). Recuperado de: <a href="https://www.dadiawards.com/dadi-awards-2016/best-use-of-vr-new-2016/the-boursin-sensorium">https://www.dadiawards.com/dadi-awards-2016/best-use-of-vr-new-2016/the-boursin-sensorium</a> .....	38
Fotografía 13. Imagen HDRI de la tienda de The Line que si se observara con unas gafas como las de Oculus o un Google Cardboard con el móvil se podría ver como si el usuario se encontrara dentro de ese espacio. (s.f.) Recuperado de: <a href="http://www.iheartdesign.com/work/the-apartment/">http://www.iheartdesign.com/work/the-apartment/</a> .....	41
Fotografía 14. Las 2 fotografías sobre estas líneas son el cartel promocional y escena de la película Let's be evil. (2016). Recuperado de: <a href="https://www.comingsoon.net/horror/news/749999-new-photos-evil-glasses-sci-fi-horror-flick-lets-evil">https://www.comingsoon.net/horror/news/749999-new-photos-evil-glasses-sci-fi-horror-flick-lets-evil</a> .....	45
Fotografía 15. Ejemplo de una de las empresas inmobiliarias españolas que ofrecen vistas virtuales a sus clientes, esta se encuentra en Valencia. (s.f.). Recuperado de: <a href="https://www.primergrupo.com/wp-content/uploads/2018/10/Turia-OK.jpg">https://www.primergrupo.com/wp-content/uploads/2018/10/Turia-OK.jpg</a> .....	47
Fotografía 16. Ejemplo del interior de un proyecto presentado con una imagen en HDRI. (S.F.) .....	47
Fotografía 17. Estudiantes utilizando la aplicación Expeditions de Google (2015). Recopilado de: <a href="https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/?modal_active=none">https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/?modal_active=none</a> .....	58
Fotografía 18. Estudiantes con visores Google Cardboard. (s.f.). Recopilado de: <a href="https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/?modal_active=modal-video-n29VQwW-03">https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/?modal_active=modal-video-n29VQwW-03</a> .....	58
Fotografía 19. Cámara JUMP y fotografía mostrando como funciona. (s.f.). Ambas recopiladas de:.....	59
Fotografía 20. Diversos modelos disponibles del visor Google Cardboard. (s.f) Recopilado de: <a href="https://vr.google.com/cardboard/">https://vr.google.com/cardboard/</a> .....	61
Fotografía 21. Ejemplo de un estudiante realizando pruebas con un simulador virtual para cirugía hepática. Fuente: (Pérez, 2011).....	70
Fotografía 22. Render del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk. (2019). ....	81
Fotografía 23. <i>Vista del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk. (2019). Elaboración propia.</i> .....	82
Fotografía 24. Vista de la planta modelo del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk. (2019) <i>Elaboración propia.</i> .....	82
Fotografía 25. Vista de la fachada posterior del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk (2019). <i>Elaboración propia.</i> .....	83
Fotografía 26. Vista interior de la cocina y el comedor de piso piloto del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk. (2019) <i>Elaboración propia.</i> .....	83
Fotografía 27. Vista interior de la cocina y parte del resto del espacio común del piso piloto del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk. (2019) <i>Elaboración propia.</i> .....	84

Fotografía 28. Plano del edificio propuesto luego de exportarlo al programa 3DMAXt de Autodesk. (2019) Elaboración propia.....	84
Fotografía 29. Vista interior de la cocina y parte del resto del espacio común del piso piloto del edificio propuesto, en 3DMAX de Autodesk. (2019) Elaboración propia.....	85
Fotografía 30. Vista interior de la sala de estar y parte del resto del espacio común del piso piloto del edificio propuesto, en 3DMAX de Autodesk. (2019) Elaboración propia.....	85
Fotografía 31. Vista interior de la cocina y parte del resto del espacio común del piso piloto del edificio propuesto, en 3DMAX de Autodesk. (2019) Elaboración propia.....	86
Fotografía 32. Vista exterior del edificio propuesto, en 3DMAX de Autodesk. (2019) Elaboración propia. ....	86
Fotografía 33. Diferencia del modelo antes y después de renderizarlo. (2019) Elaboración propia. ....	87
Fotografía 34. Detalle del modelo renderizado en 3DMax. (2019) Elaboración propia.....	88
Fotografía 35. Captura del interior del modelo luego de exportarlo con la herramienta DATASMITH de Unreal. (2019) Elaboración propia.....	89
Fotografía 36. Resultado de la correcta edición del modelo en Unreal. (2019). Elaboración propia.....	89
Fotografía 37. Fotografía HDRI utilizada en el entorno del modelo. (2018). Recopilado de: <a href="https://hdrihaven.com/hdri/?c=urban&amp;h=portland_landing_pad">https://hdrihaven.com/hdri/?c=urban&amp;h=portland_landing_pad</a> .....	90
Fotografía 38. Vista de la esfera que rodea el modelo y como la imagen se distorsiona alrededor de la misma (2019). Elaboración propia.....	90
Fotografía 39. Piso de concreto pulido. (2019). Elaboración propia. ....	91
Fotografía 40. Piso de alfombra. (2019). Elaboración propia. ....	91
Fotografía 41. Piso de madera barnizada. (2019). Elaboración propia.....	92
Fotografía 42. Pared de ladrillos rojos. (2019). Elaboración propia. ....	92
Fotografía 43. Pared de bloques de hormigón sin enlucir. (2019). Elaboración propia. ....	93
Fotografía 44. Pared enlucida pintada de color blanco. (2019). Elaboración propia. ....	93
Fotografía 45. Encimera de hormigón pulido y mosaicos blancos. Piso de baldosas de mármol blanco y negro con detalles dorados. (2019). Elaboración propia.....	94
Fotografía 46. Encimera de mosaicos en tonos de azul. Piso de baldosas de barro cocido. (2019). Elaboración propia.....	94
Fotografía 47. Encimera de baldosas de hormigón. Piso de mosaicos blancos y negros. (2019). Elaboración propia.....	95
Fotografía 48. Pared de ladrillos rojos. (2019). Elaboración propia. ....	95
Fotografía 49. Azulejos de pared color beige. (2019). Elaboración propia.....	96
Fotografía 50. Panel de madera oscura. Sofá estampado de rayas verticales. (2019). Elaboración propia. .....	96
Fotografía 51. Panel de madera de color natural. Sofá estampado de exágonos. (2019). Elaboración propia.....	97
Fotografía 52. Panel pintado. Sofá de cuero teñido de blanco. (2019). Elaboración propia.....	97



## 1.4 ÍNDICE DE IMÁGENES

Tabla 1. Imágenes e información: Google Daydream (2019) ( <a href="https://store.google.com/product/google_daydream_view_specs">https://store.google.com/product/google_daydream_view_specs</a> ), Google Cardboard ( <a href="https://vr.google.com/cardboard/">https://vr.google.com/cardboard/</a> ).....	63
Tabla 2 .Imágenes e información (2019): <a href="https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/#gear-vr">https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/#gear-vr</a> .	64
Tabla 3. Imágenes e información (2019): <a href="https://www.vive.com/eu/product/">https://www.vive.com/eu/product/</a> .....	65
Tabla 4 Imágenes e información (2019) : <a href="https://www.oculus.com/rift/">https://www.oculus.com/rift/</a> .....	66
Tabla 5 . Imágenes e información (2019): <a href="https://www.lenovo.com/us/en/daydreamvr/">https://www.lenovo.com/us/en/daydreamvr/</a> .....	67



Accede al video demostrativo de esta aplicación de Realidad Virtual Inmersiva a través de este código QR o del siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=1UcdzKb77OE&t=>

## RESUMEN

El mercado inmobiliario está adaptando sus métodos de comercialización a las nuevas herramientas de comunicación y divulgación, que se basan en la conectividad, la realidad virtual y la interoperatividad cliente-vendedor. Este trabajo pretende reflexionar sobre la situación actual, los usos actuales y la proyección de futuro, planteando el desarrollo de una estrategia basada en la inmersión del cliente en la escena, mediante software "*game engine*", procedente de la industria de los videojuegos.

## PALABRAS CLAVE

Real Estate, Game Engine, Realidad Virtual, Marketing.

## GLOSARIO Y ABREVIATURAS

- **HMD:** "Head Mounted Display" También conocido como *Virtual Reality Headset o VR Glasses*. Este dispositivo que actúa como un casco se acopla directamente en la cabeza y presenta una serie de imágenes directamente a los ojos y quizás lo más emocionante a la visión perimetral también ( Virtual Reality Society, 2017)
- **VIEW:** (*Virtual Interface Environment Workstation*) Estación de trabajo de interfaz para entorno virtual.
- **GigaWalk:** Es la combinación de las palabras Gigabyte y Walkthrough, se refiere a los recorridos virtuales en espacios arquitectónicos los cuales eran archivos que tenían un peso de gigabytes los cuales hacían que las computadoras en la década de los '80 tardaran mucho en procesar dichos archivos.
- **Pipeline Grafico o Rendering Pipeline:** Un pipeline consta de una secuencia de etapas que operan en un orden determinado (similar a una línea de montaje industrial). Cada etapa recibe en su entrada el resultado del proceso de la etapa anterior y todas las etapas en conjunto pueden operar simultáneamente sobre distintos elementos (Marino, 2007) . Estas etapas a las que se refiere la definición son cada una de las etapas por las que pasa un objeto o entorno que se renderiza.

- **Gamificación:** Proveniente del anglicismo *Gamification*. La gamificación se refiere a la aplicación de los principios de diseño de juegos a bienes y servicios que no son juegos para aumentar el valor percibido por el cliente e influir en los comportamientos que crean valor, por ejemplo, mayor lealtad, consumo, compromiso y promoción de marca o producto (Blohm & Leimeister, 2013).
- **Sistema Vestibular:** El sistema vestibular está formado por partes del oído interno y del cerebro, que procesan la información sensorial relacionada con el control del equilibrio y el movimiento ocular. (Yardley, n.d.)
- **FPS:** (Fotogramas por segundo) también conocido como *frame per second*, este último es un anglicismo, que significa cuadro o fotograma. Se refiere a los fotogramas por segundo que equivalen a la unidad de medida de “la cantidad de veces que una cámara captura una imagen para crear un video” (Shutterstock, n.d.) las cuales en igual medida componen una imagen digital en movimiento, esta unidad de medida también se utiliza para regular los gráficos de videojuegos o computadora.
- **Chrome OS:** También conocido como *Chromium OS* es según su web “*Chromium OS* es un proyecto de código abierto que permite construir un sistema operativo que proporcione una experiencia de manera simple, rápida y más segura a las personas que pasan la mayor parte de su tiempo en la web.” (Google, The Chromium Project, s.f.)
- **IoT Devices (IOT)(Internet of Things devices):** Es una red de objetos físicos. El Internet es no sólo una red de ordenadores, sino que se ha convertido en un red de dispositivos de todo tipo y tamaño, vehículos, Smart teléfonos, electrodomésticos, juguetes, cámaras, instrumentos médicos y sistemas industriales, animales, personas, edificios, comunicación y compartiendo información basada en la protocolos estipulados con el fin de lograr reorganizaciones inteligentes, posicionamiento, rastreo, seguridad y control e incluso tiempo real personal monitoreo en línea, actualización en línea, control de procesos y administración (K Patel & M Patel, 2016)

# INTRODUCCIÓN

La curiosidad siempre ha sido parte de la naturaleza humana, así como también la ambición; aprender más cosas, crear más cosas, construir edificios más altos, puentes más largos; y con el marketing inmobiliario pasa igual; vender más, a más personas, más rápido, por todo esto es comprensible que los profesionales de la construcción y de las ventas quieran utilizar todos los recursos disponibles para lograr destacar entre la multitud de empresas que venden el hogar de ensueño, que será "la solución a todos los problemas del cliente".

Así mismo, como se desarrolla en este trabajo, el marketing inmobiliario español ha ido evolucionando desde el uso de la prensa escrita hasta las páginas web de la actualidad que contienen miles de fincas y con ello han cambiado la manera en que se ofrecen los productos inmobiliarios; por ende, al ser éste el siglo XXI, en donde todo es instantáneo y digital, las promotoras buscan cómo destacar sin comprometer su capital; y que mejor manera que utilizando los recorridos virtuales como atractivo, pero nada de esas simples fotografías de 360°, sino un verdadero recorrido como si el cliente se encontrase en un piso piloto terminado o en el suyo ya adquirido.

Para esto, se utilizarían diversas herramientas que al principio serían una inversión que la promotora amortizaría en el futuro, me refiero a visores de realidad virtual, y de ser necesario uno o más ordenadores para la "construcción" y visita a los futuros pisos piloto creados con la particularidad de que el cliente pueda personalizar determinados detalles mientras recorre el entorno virtual.

Además, como se desarrolla en este trabajo, se dará a conocer una variedad de los visores existentes actualmente en el mercado hasta el momento y los responsables de que los entornos virtuales puedan existir, así mismo también se vislumbrará como todo lo mencionado anteriormente ha influido tanto en el marketing en general como en el marketing inmobiliario y en la arquitectura; finalmente el elemento más importante que conocerá y como todo lo antes mencionado influye en él: el cliente.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los dispositivos electrónicos forman parte de la vida diaria de las personas, por lo que el marketing inmobiliario no está exento de su influencia en los futuros clientes y sus decisiones a la hora de buscar un lugar para vivir. Se ha notado, al investigar, que las ofertas de las promotoras tienen una limitación a la hora de ofrecer sus productos, puesto que, aunque ya cuentan con los modelos tridimensionales digitales les falta dar un paso más, y es permitir que el cliente interactúe libremente con las estancias del inmueble el que piensa invertir.

El deseo de las personas de poder percibir los espacios en los que va a vivir (no solo ver fotografías, es poder recorrer un inmueble que aún no está construido, sin el costo añadido que conlleva a la promotora de construir un piso piloto); es percibirlo en un entorno virtual donde tenga la libertad de incluso personalizar el diseño interior de los espacios. Por lo tanto, se abre un nicho de mercado para una aplicación que permita que el cliente pueda participar del diseño de su vivienda y permitirse moverse dentro de los espacios propuestos como si ya se encontrasen construidos; en este caso en el mercado inmobiliario español, en el que aún no se explota del todo el uso de la realidad virtual inmersiva como herramienta básica para convencer a los clientes y venderles el proyecto; puesto que la mayoría de las empresas que usan RV solo ofrecen hasta ahora recorridos fotográficos de dos tipos: Fotografías de espacios ya construidos (viviendas de segunda mano) e imágenes panorámicas de modelos tridimensionales o videos que no permiten que el cliente se mueva por los espacios que les interesa, sino que solo les muestran una imagen "preparada" del inmueble.

Preguntas de investigación:

1. ¿Cómo se pueden mejorar las ventas de productos inmobiliarios utilizando la Realidad Virtual como herramienta? *Objetivo General.*
2. ¿Hasta dónde ha progresado el uso de la Realidad Virtual inmersiva en el sector inmobiliario?
3. ¿Qué influencia ha tenido el desarrollo de videojuegos en las representaciones gráficas de los proyectos inmobiliarios?
4. ¿Qué táctica se podría utilizar para desarrollar una propuesta de aplicación de Realidad Virtual inmersiva?
5. ¿En qué beneficia a la hora de vender un proyecto, la interacción directa del cliente con el diseño del proyecto usando la Realidad Virtual?
6. ¿Cómo se puede controlar/disminuir la sensación de vértigo al utilizar un HMD o unas gafas de realidad virtual?

# OBJETIVOS

## Objetivo General:

1. Proponer una aplicación de realidad virtual inmersiva para mejorar las ventas de productos inmobiliarios.

## Objetivos Específicos:

2. Analizar el estado actual de las aplicaciones de realidad virtual inmersiva en general y en el sector inmobiliario.
3. Analizar la evolución de las aplicaciones tanto de realidad virtual como de realidad aumentada desde el desarrollo de videojuegos hasta su uso en arquitectura.
4. Desarrollar estrategias de implementación y aplicaciones basadas en el software game engine.
5. Analizar los beneficios de involucrar al cliente en el diseño de un proyecto usando la realidad virtual.
6. Determinar las causas y proponer soluciones al vértigo provocado por el uso de HMD.

# METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Se trabajará sobre un caso de estudio: La empresa YANTRAM STUDIO. Para luego de ser posible, desarrollar una aplicación de realidad virtual enfocada en el marketing inmobiliario utilizando el software de desarrollo de videojuegos Unreal Engine. Por ende la metodología utilizada será la cuantitativa y estará establecida básicamente en un método de incertidumbre, como lo explica Piedad Cristina Martínez Carazo en su trabajo *El Método de Estudio de Caso : Estrategia metodológica de la investigación científica* : El método cuantitativo consiste en el contraste de teoría ya existente a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio. Por lo tanto, para realizar estudios cuantitativos es indispensable contar con una teoría ya construida, dado que el método científico utilizado en la misma es el deductivo” (Martinez, 2006).

La bibliografía de este trabajo cuenta con fuentes documentales que abarcan una serie variada de documentos académicos, como son:

- Tesis
- Artículos Científicos
- Material de apoyo de disertaciones sobre los diversos temas que componen este trabajo.
- Bibliografía de desarrollo de videojuegos.

Para recolectar información, se estudiaron primero, textos sobre desarrollo de videojuegos y marketing (tanto en general como el inmobiliario), para determinar claramente cuáles son los conceptos en los que se basa/ basaría el desarrollo de una aplicación que utiliza la realidad virtual como medio de venta de productos inmobiliarios.

## ALCANCE

Se trabajará sobre un caso, en específico, estudiando un referente estadounidense y posteriormente desarrollando una aplicación de realidad virtual inmersiva para su utilización en marketing inmobiliario; con la ayuda del software Unreal Engine.

## JUSTIFICACIÓN

Desde que conocí la asignatura de gestión de proyectos mientras estudiaba el grado, me interesó mucho todo lo que tenía que ver con la planificación y entender cómo se manejaban todos los detalles logísticos de un proyecto, lo que me llevó a interesarme en especializarme en este campo; actualmente en el Máster, uno de los temas que más llamó mi atención fue el Marketing Inmobiliario, y al estudiar y conocer mejor como éste es una herramienta primordial para la comercialización de una promoción inmobiliaria, que permite desarrollar la creatividad e impulsa a buscar nuevas formas de ofrecerle al público un producto competitivo y de calidad.

## ESTADO DEL ARTE:

Está claro que “El uso de la Realidad Virtual inmersiva en el Marketing Inmobiliario” es un título que contiene una serie de temas que desarrollados individualmente abarcan libros completos, sin embargo, a pesar de esto se decidió dividir el título de este Trabajo de Máster en 3 partes principales que permitirán desglosarlo de una manera más detallada:

- **Marketing:** abarcando de forma resumida desde su definición, hasta su influencia en el cliente.
- **Realidad Virtual:** comprende su historia, su uso en diferentes ámbitos, las herramientas que lo hacen posible, entre otros.
- **Game Engine:** En este apartado se profundiza más en las herramientas necesarias para desarrollar la Realidad Virtual como se le conoce hoy, en el ámbito de los videojuegos y luego específicamente en su incursión en el marketing inmobiliario. Además de las demandas de los clientes.

Es importante destacar que en cada uno de los temas se entremezclan puesto que al final todos se relacionan.

## 2 MARKETING

Antes de explorar en lo que es el Marketing Inmobiliario, es necesario conocer el Marketing como tal, y una de las definiciones la proporcionada por la RAE: *Del término mercadotecnia. 1. f. Econ. Conjunto de principios y prácticas que buscan el aumento del comercio, especialmente de la demanda* (Diccionario de la Lengua Española, 2017).

La empresa MAD Comunicaciones en su libro “TODO MARKETING Y MAS...fundamentos, principios, conceptos y estrategias” aporta definiciones más amplias, abarcando los conceptos que componen la esencia del Marketing como tal, las cuales son detalladas a continuación:

El Marketing:

- *Se ocupa de los clientes.*
- *Estudia y analiza los diferentes mecanismos que intervienen en una relación de intercambio*
- *Las ventas y la publicidad son solo funciones del marketing.*
- *Este se identifica con la satisfacción de la necesidad de las personas.*
- Otras de las funciones que definen el marketing es su responsabilidad de **realizar estudios de mercado** que permitan ofrecer **productos con valor añadido** que salgan al mercado en el momento adecuado.



Y también, al igual que las otras definiciones podemos ver según MAD (COMUNICACION, 2007) que el Marketing tiene 4 actividades primordiales:

1. Creación y desarrollo de productos
2. Fijación de precios.
3. Establecimiento de sistemas distributivos y sus componentes.
4. Realización de diferentes acciones comunicacionales.

Estas 4 actividades, comprenden cada uno de los aspectos de la mercadotecnia, necesarios para **comercializar un producto o servicio** ; desde **su creación** después de determinar su **rentabilidad**, cuando la idea se materializa y se aprueba, pasando por **la fijación de precios** de acuerdo a la situación del mercado en ese momento y de la misma empresa; continuando con el establecimiento de estrategias de distribución de dicho producto y finalmente de **ejecutar** los diferentes **planes de comunicación** para dar a conocer el producto y mostrarle al mercado objetivo y futuros usuario cual es el **valor añadido** que le ofrece ese producto; de manera que estas 4 actividades abarcan desde el origen hasta el destino final de un bien o servicio.

## 2.1 Marketing inmobiliario pasado y presente en España.

**QUE LASTIMA NO HABER COMPRADO ANTES!**

**¡HOY VALE TRIPLE!**

**euobrava**  
Avenida Jaime I, 37 - Tel. 204850 6 E R O N A  
Tel. 2001500 BARCELONA

**OFRECE EN LA COSTA BRAVA**

ADQUIERA HOY UN TERRENO, UN APARTAMENTO O UN CHALET  
Y VD. DIRA ¡QUE SUERTE!  
¡COMPRA A TIEMPO!

Urbanización completa: agua, electricidad carreteras asfaltadas e iluminadas, etc. No queremos exagerar, porque deseamos que usted compruebe el valor real de nuestra oferta.

**euobrava**  
Ave. Jaime I, 37 GERONA  
Puede me envíen información, sin compromiso, sobre:  
 TERRENOS  APARTAMENTOS  CHALETS  
Nombre \_\_\_\_\_  
Dirección \_\_\_\_\_  
Población \_\_\_\_\_

1	POSIBILIDAD DE ELEGIR entre cinco urbanizaciones y diversas opciones. Confiamos a satisfacer enteramente sus deseos.	LLANSA ROSAS CASTELLO DE AMPURIAS PLAYA DE SAO LLORET
2	JUNTO A LA PLAYA hasta un kilómetro del mar, con gran variedad de parcelas.	
3	EL TRANQUILO SOSIEGO de zonas residenciales próximas a zonas turísticas de moda.	
4	UN FUTURO BRILLANTE otorgado por la proximidad de la Autopista Gerona-Franca y del Aeropuerto de la Costa Brava.	GERONA

[www.todocoleccion.net](http://www.todocoleccion.net)

El mercado inmobiliario español, como todos ha ido evolucionando a medida que pasa el tiempo. Al principio los comerciales de las promociones inmobiliarias se distribuían en medios de comunicación impreso, las vallas publicitarias, la radio y la televisión porque hasta la década de los '70 era lo que había disponible ( ver fotos #) ,sin embargo luego de la incursión del internet en todos los ámbitos de la vida cotidiana, surgen las webs inmobiliarias en donde es más fácil encontrar un piso o una parcela o solar con una serie de características que permiten la búsqueda personalizada, ejemplos locales de esto son Fotocasa e Idealista surgidas en el 1999 y 2000 respectivamente.

Fotografía 1. Anuncio publicitario EUROBRAVA agencia inmobiliaria-años 1960s. (s.f.). Recuperado de: <https://www.todocoleccion.net>



Fotografía 2. Ejemplo de una hoja de anuncios clasificados de una edición del periódico La Vanguardia, este tipo de método de comercialización ha ido desapareciendo, siendo superado por el uso del internet para vender, puesto que ya no es tan asidua como en el pasado la lectura de la prensa impresa. (2003). Recuperado de: <http://www.eduardandreu.com>

Junto a esta evolución de los métodos de venta de promociones inmobiliarias; no solo el uso del internet ha cambiado las estrategias del juego sino que esto trae consigo una serie de facilidades para que el cliente pueda tener más información del inmueble que piensa adquirir puesto que aparte de las fotografías, datos básicos del inmueble, información energética también se le suma a esto la posibilidad de ver planos, videos y vistas de 360° lo cual aventaja mucho a un simple anuncio de prensa impresa.

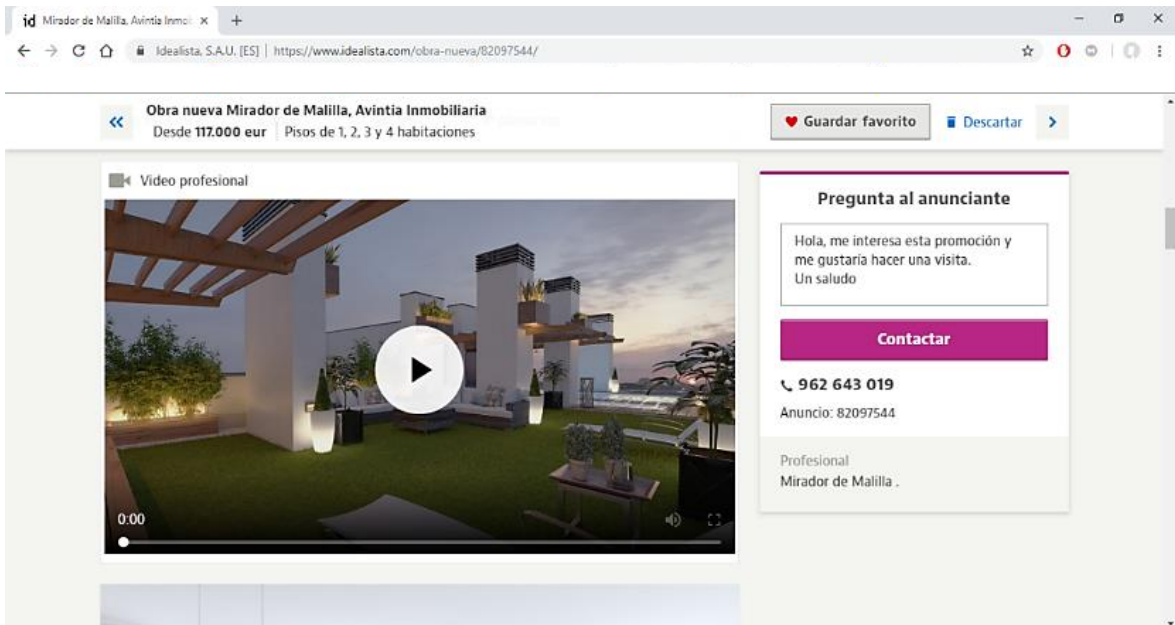


Ilustración 1. Avintia Inmobiliaria (2019). Recuperado de: <https://www.idealista.com/obra-nueva/82097544/>

Otro de los avances en las herramientas de mercadotecnia inmobiliaria está el uso de portales en internet, totalmente personalizados con la imagen corporativa tanto de la empresa como de la promoción X que se está ofreciendo en ese momento.

Hasta ahora esos son algunos de los métodos de venta de una promoción inmobiliaria, sin olvidar los Open House, los cuales ya son más personalizados por así decirlo, puesto que a estos acuden los posibles clientes y tienen un contacto más directo con el producto ofrecido y sus representantes. En estos eventos se suelen presentar el piso piloto. Esta sería la oportunidad perfecta para ofrecer la experiencia de recorridos virtuales utilizando un HMD.

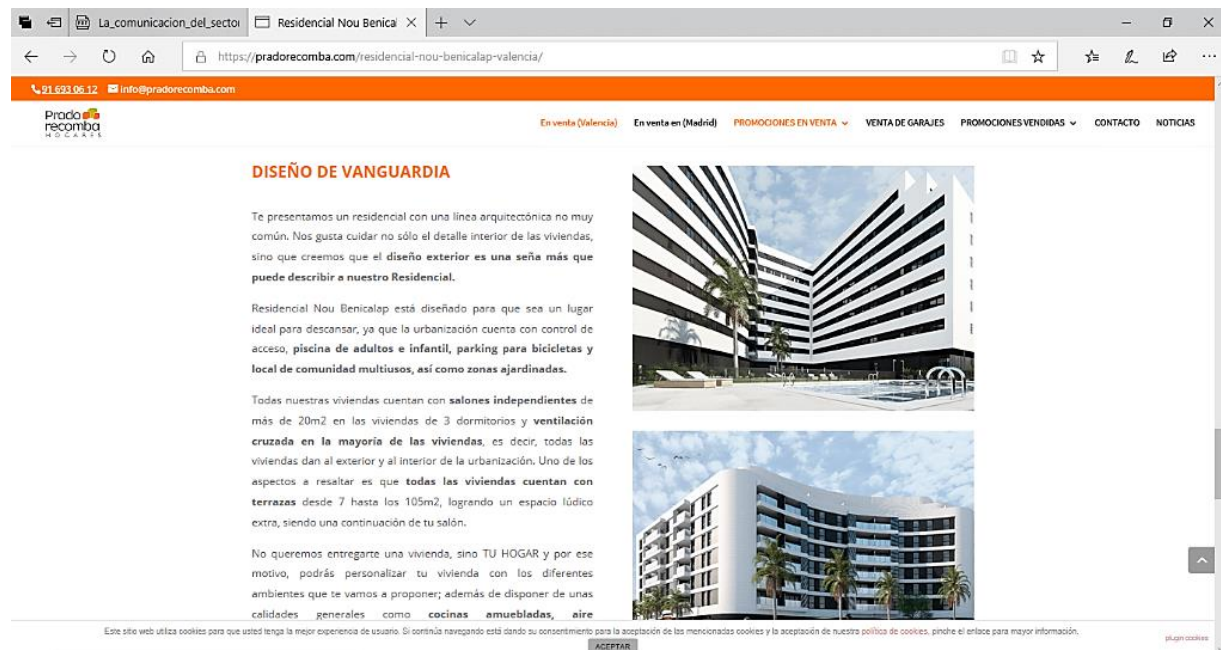


Ilustración 2. Prado Recomba Hogares (2018). Fuente: <https://pradorecomba.com/residencial-nou-benicalap-valencia/>

## 2.2 Marketing interactivo: contacto directo del cliente con el producto.

El Marketing interactivo se puede definir de acuerdo con (Medina, 2011) de la siguiente manera “Las empresas son conscientes de que en nuestros días se impone una forma de aproximación diferente al cliente, hay que ofrecerle servicios personalizados donde incluso el cliente puede colaborar en la fase de creación, de difusión (está muy de moda el fenómeno conocido como marketing viral) y a través de herramientas colaborativas como por ejemplo la web 2.0.” en este concepto el autor definió este tipo de marketing como un nuevo tipo de oferta para el cliente, una manera diferente de abordarlos y ofrecerles algún producto.

Y como actualmente las personas interactúan la mayoría del tiempo a través de ordenadores, que mejor manera que hacerlo que utilizando herramientas colaborativas pertenecientes a la

web 2.0, el mismo lo define (Raffin, 2018) como *“un modelo de páginas Web que facilitan la transmisión de información... En otras palabras, se trata de una tendencia en la Internet que aboga por una red más interactiva, menos unilateral, en la que los usuarios no ocupen un rol meramente pasivo.”* Las redes sociales o los portales de ventas por internet son ejemplos de esta tendencia que menciona Raffin, por lo tanto, los mismos son hasta el momento el puente más rápido y ecológico que se puede utilizar para comercializar las promociones inmobiliarias, además los portales de venta de inmuebles podrían servir como soporte de recursos virtuales como videos , imágenes HDRI , entre otros, ofrecidos por la empresa, y estos son solo algunos de los recursos de los tantos que ofrece el marketing interactivo.

Una estrategia de este en el ámbito inmobiliario sería el uso de proyecciones de Realidad Virtual Inmersiva como atractivo y como una manera de destacar por sobre las otras promociones, puesto que se le permitiría al cliente interactuar con los espacios en donde posiblemente habitaría en un futuro, dándole más confianza en lo que se le está vendiendo.

## 2.3 El cliente como diseñador:

Como se mencionó en el apartado anterior, la interacción directa del cliente con el producto que se le está vendiendo es una manera novedosa de vender una vivienda si hablamos del uso de realidad virtual inmersiva puesto que como lo más cercano a ver el piso donde habitarían es un piso piloto, en ese caso la limitante es que se tiene solo una opción de piso y con el uso de la realidad virtual inmersiva es posible moverse por diferentes espacios e incluso el cliente puede realizar cambios si así lo desea, como mover muebles, cambiar el color de las paredes o el material del piso además de poder elegir entre las diferentes opciones de pisos en caso de que exista más de una, esto sería una ventaja por sobre otras promociones que quizás tengan primacía en otros ámbitos.

## 2.4 Participación del cliente en el diseño arquitectónico a través de la Realidad Virtual:

A través del diseño de los espacios arquitectónicos con la adición de la realidad virtual inmersiva para que el cliente pueda sugerir cambios en el diseño a través de la posibilidad de realizar modificaciones específicas ,las que dependerán de lo que el diseñador le permita al cliente puesto que existen detalles como los elementos estructurales que son primordiales para la estabilidad de la estructura y por ende ,si se cambian de lugar o se le realizan alguna modificación drástica podría cambiar radicalmente el proyecto, por esto el arquitecto le explicaría al cliente cuales elementos se pueden modificar y cuáles no.

### 3 REALIDAD VIRTUAL

Este término que se utiliza desde mucho antes de que se inventaran los videojuegos , ha sobrevivido y evolucionado a través del tiempo con una definición extensa en la actualidad donde abarca elementos físicos ,electrónicos y sensoriales; **físicos** como los aparatos necesarios para tener la experiencia de realidad virtual, como los visores, guantes, estructuras de cámaras, etc. ; y en el caso de electrónicos se refiere a la programación de softwares, a como se le pueden conceder características físicas realistas a los elementos creados y hasta donde se ha podido programar para darle el toque más realista posible ; y finalmente en el caso de los elementos **sensoriales**, se refiere a la percepción de las personas al utilizar los artefactos, a como esto influye en su psicología, en cómo lo interpretan y como se mueven en dicho espacio virtual , además de las limitaciones y libertades que percibe en su espacio. *(esta última parte solo se introducirá aquí pues más adelante hay un apartado que lo detalla mejor).*

#### 3.1 Realidad Virtual. Origen y expansión a otros ámbitos.

Es posible conocer una versión sumamente resumida de la evolución de la realidad virtual dicha cronología desde los primeros inventos a principio de la década del 1960 hasta su implementación a finales de la década de los '80 y '90, de acuerdo con las investigaciones realizadas por Diego Levis, profesor titular de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires en su Artículo Académico titulado ¿Qué es la Realidad Virtual? (Levis, 2006) y Tomasz Mazuryk, PhD y Michael Gervautz PhD. en su Artículo Académico titulado “*Virtual Reality: History, Applications, Technology and Future*” (Gervautz, & Mazuryk, 1996)

**SENSORAMA SIMULATOR** (años 1960-1962) creado por Morton Heilig, el cual no era un científico sino un cineasta. Este aparato incluía un asiento que vibraba, ventiladores para dar la sensación de sentir el viento y los olores del lugar además de una serie de videos panorámicos, todo esto para crear la percepción de que el usuario está dentro del video que está observando. Con opciones como ir en motocicleta o conducir un automóvil de carreras.

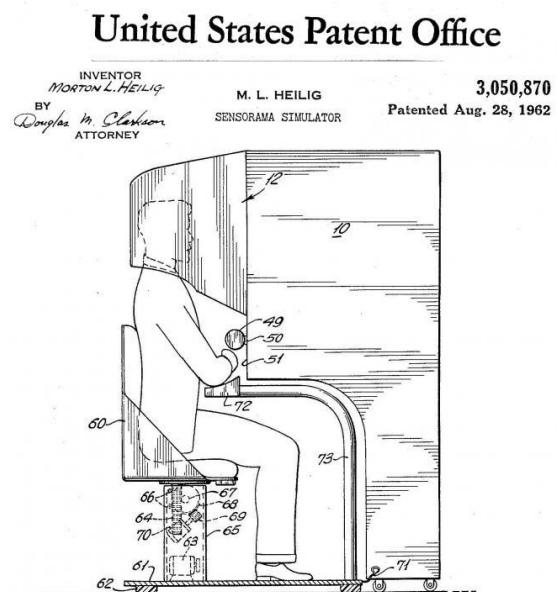




Ilustración 3. En la página anterior, dibujo del prototipo de la maquina Sensorama registrada el 10 de enero de 1961 (1962). Recuperado de: <http://smattes.com/article/47/sensorama>.

A la izquierda, cartel y fotografía promocional de la maquina Sensorama donde especificaban todas sus funciones. (s.f.) Recuperado de: <https://alpoma.net/tecob/?p=1141>

**CASCO DE REALIDAD VIRTUAL** (año 1965-1960). Creado por Ivan Sutherland llamado El dispositivo definitivo” the *ultimate display*”. También llamado La Espada de Damocles, Este fue desarrollado por el departamento de defensa de los Estados Unidos. *La meta del investigador norteamericano queda claramente expresada en este corto párrafo extraído del citado artículo (Levis, 2006):*

*“La pantalla es una ventana a través de la cual cada uno ve un mundo virtual. El desafío es hacer que ese mundo se vea real, actúe de un modo real, suene de un modo real, se perciba como real” (SUTHERLAND 1965:507)*

Se le conoce como la espada de Damocles por ser un dispositivo pesado y aparatoso que colgaba del techo del laboratorio, haciendo referencia a aquella historia griega. Este dispositivo era un prototipo de casco de realidad virtual o HMD.



Fotografía 3. Imágenes del visor de Realidad Virtual conocido como La Espada de Damocles. (1968).

Recuperado de: <https://www.researchgate.net>

**VIDEOPLACE-** Es un entorno de Realidad Artificial creado en 1975 por Myron Krueger “un entorno conceptual sin existencia”. En el 1970 este científico con un pasado de artes liberales buscaba desarrollar un sistema gráfico electrónico que permitiera que las personas se pudieran comunicar con una computadora no con palabras, sino con gestos físicos el cual llamo METAPLAY de esta manera junto con su equipo desarrolló un sistema compuesto por una computadora, cámaras, una pantalla y un video proyector de esta forma en “este sistema la silueta de los usuarios atrapados por las cámaras son proyectados en una pantalla de grandes dimensiones. Los participantes tenían la facilidad de interactuar unos con otros (la persona y la computadora) gracias a las técnicas de proceso de imágenes que determinan la posición de la persona en una pantalla 2D”. (Gervautz, & Mazuryk, 1996).

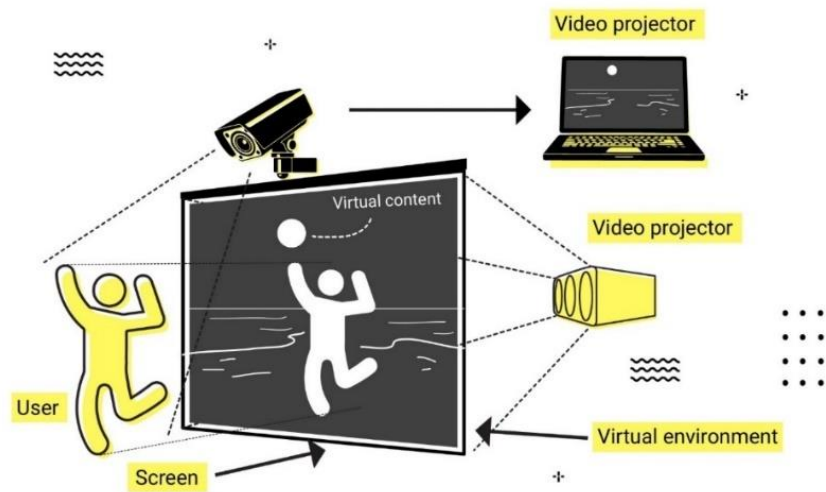
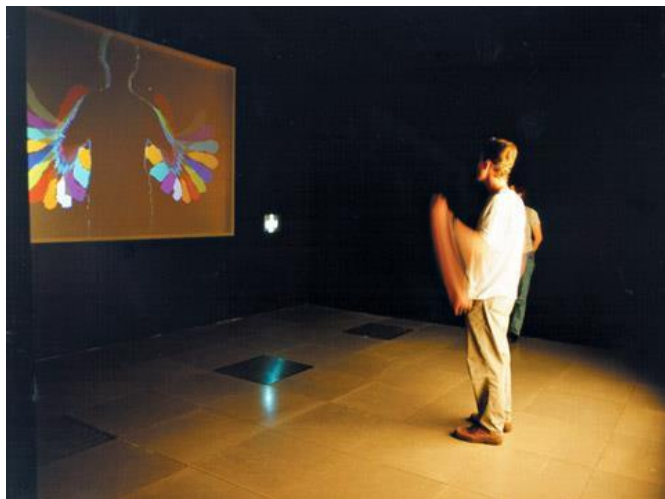


Ilustración 4 .Octagon Studio. Gráfico que muestra los elementos que componían el sistema METAPLAY (s.f.). Recuperado de: <http://blog.octagonstudio.com/history-of-augmented-reality/>

Y luego de una serie de experimentos que duraron alrededor de 10 días se confirmaron las suposiciones de Krueger: “Para la mayoría de las personas, su imagen es una extensión de ellos mismos” (Krueger, 1991). Luego se creó VIDEOPLACE el cual se diferenciaba de METAPLAY puesto que en el segundo, la persona con sus gestos físicos que se proyectaba en la pantalla, interactuaba con otra persona que controlaba el ordenador; sin embargo en VIDEOPLACE la persona interactuaba directamente con la computadora y con la imagen proyectada de otras personas que se encontraban en otras locaciones, comunicándose con el mismo tipo de sistema como lo explica el mismo W. Krueger en su texto *Full Body Interactive Exhibit*.



Fotografía 4. Ejemplo de cómo los usuarios utilizaban el dispositivo creado por Myron Krueger <Videoplace>, (1975). Recuperado de: <https://www.researchgate.net/>

**VCASS** – De acuerdo con (Gervautz, & Mazuryk, 1996) en su libro sobre toda la historia y desarrollo de la realidad virtual, el inventor Thomas Furness trabajó junto a Robert E. Fischer,



Peter K. Purdy y Kirk Beach en 1982, para los laboratorios de Investigación Médica Armstrong de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos; en la creación del Simulador De Sistemas Aerotransportados Visualmente Acoplados (*the Visually Coupled Airborne Systems Simulator: VCASS*) lo que era básicamente un simulador de vuelo avanzado que se utilizaba para que los pilotos pudieran obtener información sobre su interacción y comportamiento durante el vuelo, este HMD de realidad aumentada permitía que el piloto tuviera una vista “fuera de la ventana” ayudado por los gráficos que describían y apuntaban el patrón de vuelo óptimo.

Fotografía 5. Simulador de vuelo VCASS (1981). Recuperado de: <http://voicesofvr.com/245-50-years-of-vr-with-tom-furness-the-super-cockpit-virtual-retinal-display-hit-lab-virtual-world-society/>

**VIVED** – *Virtual Visual Environment Display* – Construido en 1984 por el equipo liderado por S.S

Fisher, se construyó en el Centro de Investigación Ames de la Nasa el cual se describe de la siguiente manera: “Se ha desarrollado un sistema de visualización estereoscópico, gran angular, montado en la cabeza y controlado por la posición del operador, la voz y el gesto, para su uso como un entorno de interfaz multipropósito. El sistema proporciona un entorno de visualización multisensorial e interactivo en el que un usuario puede explorar virtualmente un entorno sintetizado o de detección remota de 360 grados y puede interactuar visceralmente con sus componentes”. (Fisher, McGreevy, Humphries, & Robinertt, 1986)



Fotografía 6. Visor de realidad virtual construido por la NASA (1989). Recuperado de: [https://www.reddit.com/r/oculus/comments/4jvc2o/1989\\_nasas\\_virtual\\_visual\\_environment\\_display/](https://www.reddit.com/r/oculus/comments/4jvc2o/1989_nasas_virtual_visual_environment_display/)



**VPL** – En 1985, Zimmerman y Lanier dos investigadores de Atari, una empresa para el desarrollo, fabricación y comercialización de interfaces y programas destinados a las nuevas técnicas de simulación digital de la época).

En 1987 VPL Research trabaja junto con el centro de investigación AMES de la NASA, con Scott Fisher; antiguo compañero de Lanier y Zimmerman en Atari, ¿y director del programa VIEW (Virtual Interface Environment Workstation - Estación de trabajo de interfaz para entorno virtual) de la NASA de acuerdo con Diego Levis en su trabajo *Que es la Realidad Virtual?* (Levis, 2006) *“Luego de la guerra fría los gobiernos disminuyeron los recursos dedicados a defensa y muchas empresas que se dedicaban al ámbito militar se dedicaron a desarrollar videojuegos puesto era más fácil encontrar jóvenes que quisieran comprar videojuegos que científicos que quisieran estudiar esta tecnología en ese momento”*.

Además, esta empresa desarrolló una serie de dispositivos que permitían interactuar de diferentes maneras con los entornos virtuales que habían desarrollado, estos son los siguientes:

- EyePhone HDM (1988) un casco de visualización estereoscópica con pantallas de cristal líquido (VPL RESEARCH Inc.).
- RB2 (Reality Built for Two -Realidad Construida para Dos (1988)
- Data Glove (1985)
- Data Suit (1989)

En 1989 luego de las declaraciones públicas de Lanier sobre Realidad Virtual, este término es popularizado. El Data Glove y el EyePhone fueron los primeros dispositivos de realidad virtual comercializados. El 7 de junio de ese mismo año, dos personas demuestran el sistema EyePhone que usa gafas especiales y un “DataGlove” que les permite ver y mover objetos en un entorno 3D creado por computadora. El EyePhone, desarrollado por VPL Research, se exhibió en el Texpo Telecommunications Show celebrado en San Francisco



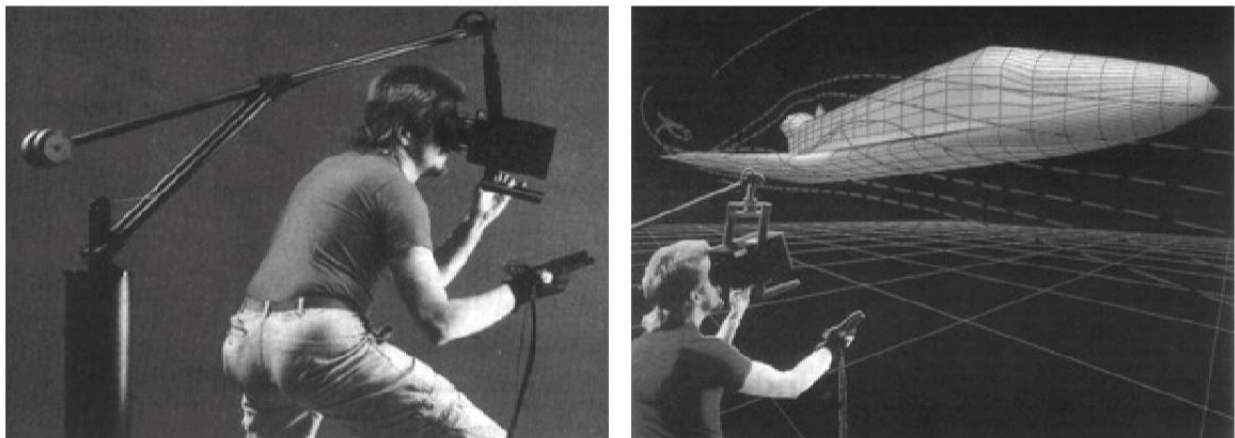
*Fotografía 7. Dos personas demuestran el sistema EyePhone que usa gafas especiales y un “DataGlove” que les permite ver y mover objetos en un entorno 3D creado por computadora (1989). Recuperado de: <https://flashbak.com/jaron-laniers-eyephone-head-and-glove-virtual-reality-in-the-1980s-26180/>*

**BOOM** por sus siglas *Binocular Omni-Oriental Monitor* creado por el la empresa *Fake Space Labs*, dicho invento se utilizó como un dispositivo de salida de datos, el cual de acuerdo a (Song & Norman, 1993) produce imágenes estéreo y le da al usuario la ilusión de encontrarse en un espacio tridimensional, su posición e inclinación indican el punto de vista del usuario.



Fotografía 8. En la que se muestra la manera correcta de utilizar BOOM y como el usuario podía controlar lo que veía y en qué dirección observar en el entorno virtual (1993). Recuperado de: <http://www.fakespacelabs.com/tools.html>

**VIRTUAL WIND TUNNEL** – A principio de la década el 1990 el Centro de Investigación Ames de la NASA desarrollo una aplicación que permitía observar el funcionamiento del viento en modelos de aviones y transbordadores, lo que les ahorra tiempo y recursos puesto que no tenían las necesidad de construir modelos de madera costosos, podían observar el flujo del viento y su comportamiento con la ayuda de BOOM para observar el modelo virtual como si estuviera construido en la realidad y tuviera proporciones realistas en relación a la escala humana y el *Data Glove* se utilizaba para poder girar y mover el modelo para poder observar mejor su comportamiento, como se puede observar en la siguiente imagen.



Fotografía 9. Exploración del flujo de aire utilizando un Túnel de Viento Virtual desarrollado por Ames para la Nasa. Recuperado de: (Gervautz, & Mazuryk, 1996)

**CAVE** – Presentado en 1992 (*Cave Automatic Virtual Environment*) es un sistema de visualización de realidad virtual y científico. Consiste en una serie de proyectores y pantallas que muestran imágenes que juntas componen un ambiente virtual y el usuario no necesita utilizar ningún tipo de HMD, aunque sí podrían utilizar de ser necesario, guantes especiales o algún tipo de mando para moverse por dicho espacio virtual, sin embargo como la experiencia es más inmersiva puesto que incluso las proyecciones son hasta en el suelo, esto evita que el 99% de las personas no sientan algún tipo de mareo cuando se encuentran dentro del espacio puesto que la imagen y su resolución luego de finalizar el renderizado, se adapta a la posición de la persona.

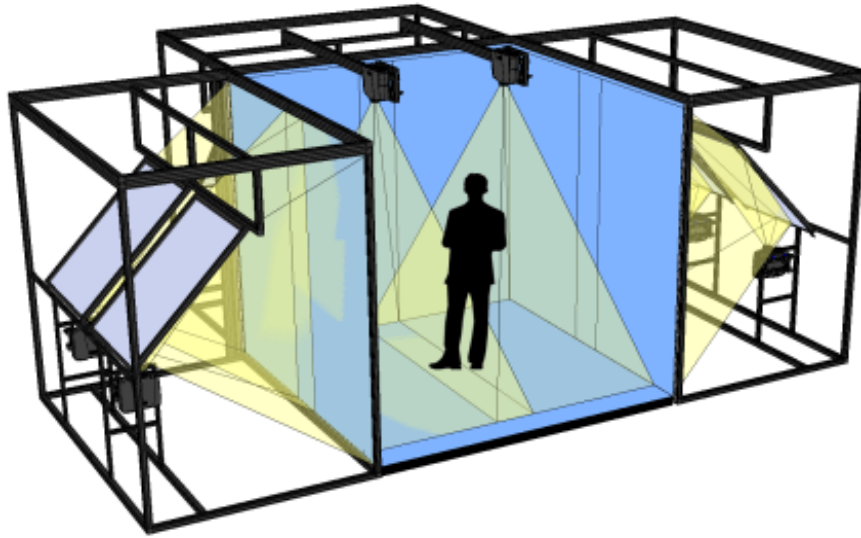


Ilustración 5. Ejemplo de cómo interactúan los proyectores de imágenes dentro de una CAVE. (2016) Recuperado de: <http://www.visbox.com/products/cave/>

De acuerdo con (Gervautz, & Mazuryk, 1996) las personas que trabajaron en el modelo CAVE *“lo desarrollaron con la asunción de que el mayor error de la dinámica de visualización de imagen, ósea que la imagen mantuviera su calidad incluso cuando el usuario moviera la cabeza, está causada por la rotación de la cabeza al usar los HMD. Entonces de esta forma tratan de resolver la dependencia entre la orientación desde donde proviene la información visual y el proceso de renderizado”*.

También de acuerdo a dichos autores (Gervautz, & Mazuryk, 1996), la imagen que se usa para el CAVE son fotografías panorámicas curvas de 360° de alta resolución( por ejemplo, como se trabajaba en el software QuickTime VR para Macintosh), lo que ayuda a eliminar distorsiones causadas por el renderizado en pantallas planas que requieren de la operación de copia de píxeles la cual haría que el archivo de la imagen pese mucho más puesto que el programa utilizado tiene que por así decirlo inventarse los píxeles faltantes para ampliar el tamaño de la imagen y también su resolución. Otro de los beneficios del uso de la imagen curva es que una computadora sin ningún acelerador gráfico añadido puede ejecutar un recorrido en tiempo real y que una proyección esférica da la libertad de que el usuario pueda rotar la cabeza a la izquierda, derecha y de hacia arriba o hacia abajo.



Ilustración 6. Empaque en el que se comercializaba el programa QuickTimeVR de la empresa Apple. (2001). Recuperado de: <https://www.amazon.com/Apple-QuickTime-Authoring-Studio-Mac/dp/B00002S7QP>

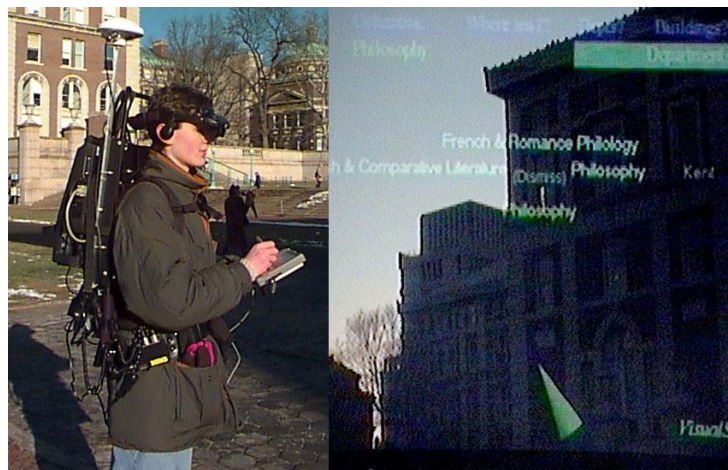
**REALIDAD AUMENTADA (RA).** La realidad aumentada es una representación de objetos virtuales pero que se pueden observar como si existieran en el mundo real utilizando gafas especiales o algún HMD, pues de otra forma no se podría observar la existencia de este o estos objetos.

De acuerdo con (Azuma , et al., 2001) en su artículo llamado *Recent Advances in Augmented Reality* definen la realidad aumentada de acuerdo con las siguientes 3 características:

1. Combina los objetos reales y virtuales en un entorno real.
2. Se desarrolla interactivamente en tiempo real.
3. Registra (los alinea para que sus escalas no desentonen) objetos reales y virtuales entre sí.

Esta tecnología se empezó a conocer y tratar en la década de las 1960 gracias, Ian Sutherland el cual usó un HMD para poder observar gráficos 3D. Luego uno de los autores del artículo antes mencionado de apellido Azuma publicó un Artículo Académico en el cual se tratan los problemas que surgieron desde que se empezó a desarrollar la realidad aumentada y toda la información y avances que se habían realizado hasta el 1997. (Azuma , et al., 2001).

En la siguiente imagen se puede observar el primer prototipo de dispositivo de visualización de realidad aumentada, creado en 1997 por un equipo de científicos de diferentes universidades de Estados Unidos. En donde el usuario podía observar información del edificio que tenía en frente.



Fotografía 10. Primer prototipo de MARS (Mobile Augmented Reality System). (1997) creado por Steven Feiner, Blair MacIntyre, Tobias Hollerer, y Anthony Webster, de la Universidad de Colombia. Recuperado de: <https://www.leoalmanac.org/vol19-no2location-based-virtual-interventions/>

### 3.1.1 Realidad Virtual en Arquitectura.

Antes de comenzar es correcto aclarar que para entender cómo funciona la realidad virtual en la arquitectura, hay que entender claramente a que se refieren los términos como “mundo virtual” o “entorno virtual” y una definición clara es la que propone (Bainbridge, 2007) : “*Un 'mundo virtual' puede definirse como "un entorno electrónico que imita visualmente espacios físicos complejos, donde las personas pueden interactuar entre sí y con objetos virtuales, y donde las personas están representadas por personajes animados"* (Barnes, 2016) .



Ilustración 7. Micke Tong. Representación del uso de un HMD. (2016).  
Recuperado de: <https://www.autodesk.com/redshift/virtual-reality-in-architecture/>

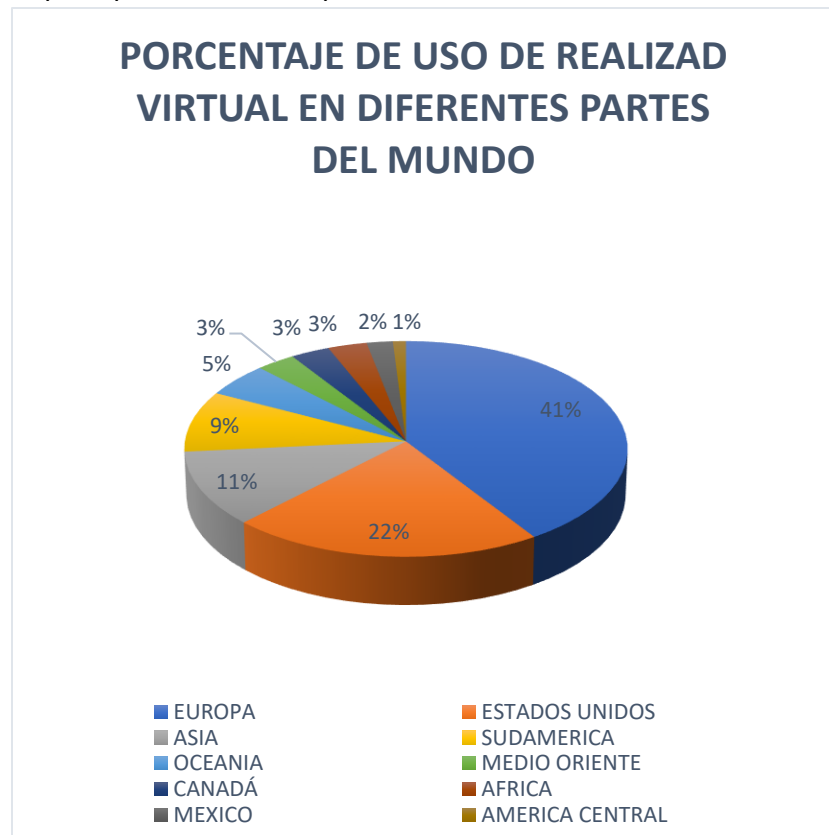
La realidad virtual (RV) en arquitectura ha ido aumentando su implementación en los últimos años puesto que ha demostrado ser una herramienta sumamente poderosa, ya que permite que tanto el arquitecto como el cliente no solo puedan observar el espacio sino también percibir como sería encontrarse ahí, por lo cual es una ventaja para que el cliente que podrá saber de antemano lo que le están ofreciendo, lo que pide y cómo resultará al final; puesto que a diferencia de la realidad aumentada (RA) donde se puede observar una versión más pequeña de los espacios interactuando con la realidad como se puede ver en la imagen debajo, lo cual funciona parecido a observar un modelo a escala o maqueta; con la realidad virtual el cliente podrá ver los espacios con una profundidad realista, e incluso tener la limitación de “chocar” con los muebles al desplazarse.

De acuerdo con Kim O'Connell en su artículo titulado "4 Tips To Get Started With Virtual Reality In Architecture" publicado en la web Redshift de Autodesk existen 4 consideraciones necesarias a tomar en cuenta por las firmas de arquitectura que quieren incursionar en el mundo virtual (O'connell, 2016) de las cuales aquí se estudiarán dos:

## La realidad virtual está cambiando rápidamente la industria de la arquitectura:

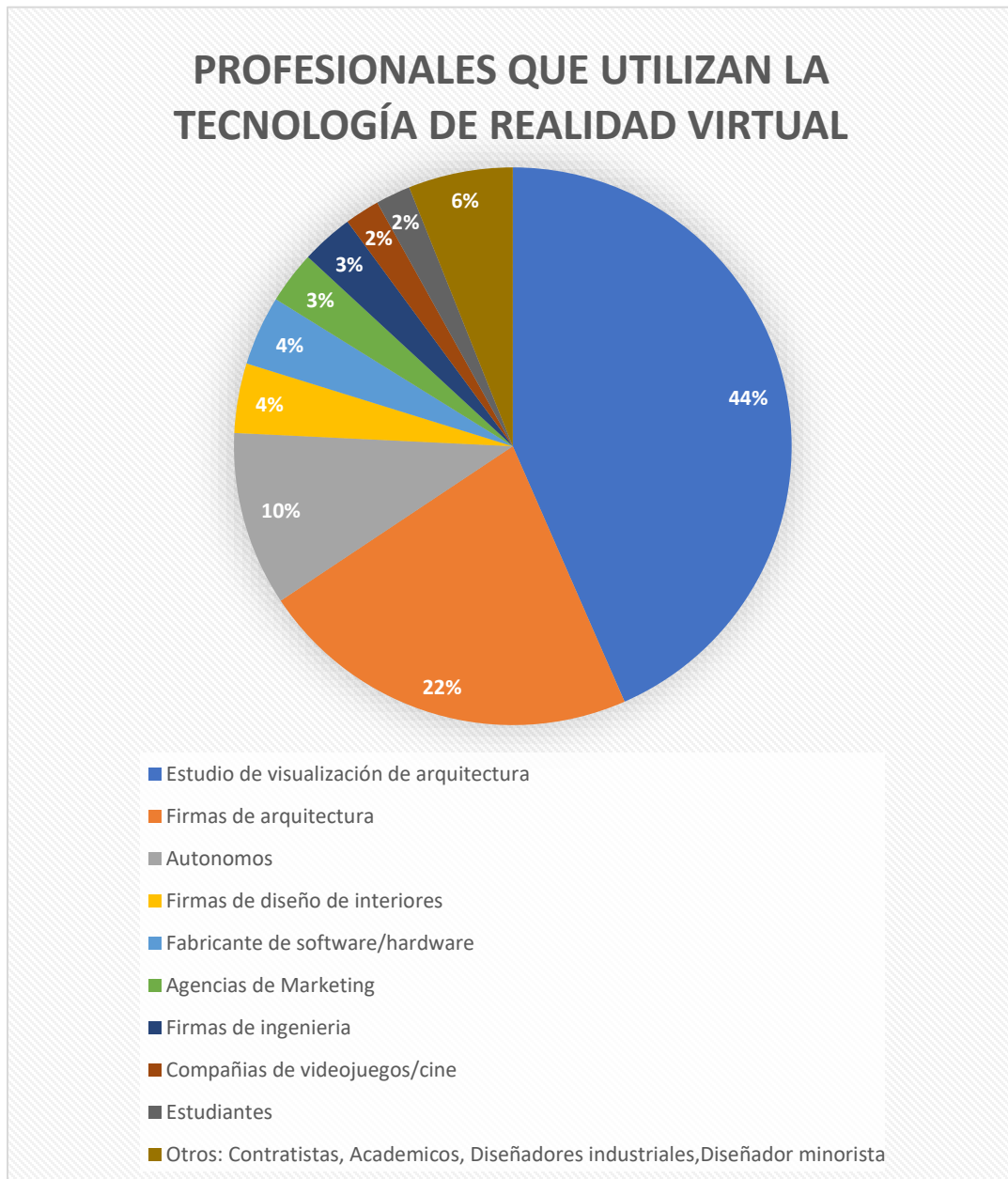
Aunque esta tecnología se ha estado utilizando en ámbitos como el entrenamiento de pilotos militares, performance artístico, medicina y últimamente en videojuegos, en arquitectura también ha ido aumentando su uso, junto al de la realidad aumentada y realidad mixta, y esto ha sido ayudado por el progreso de la tecnología móvil la cual actualmente permite tener a la mano imágenes de altísima calidad como el 4K.

De acuerdo con una encuesta realizada por la web CGArchitect en 2016 en sus sitios webs, correspondencia y redes sociales; para poder analizar qué tanto se está utilizando la realidad virtual y por ende también los dispositivos de visualización, dicha encuesta demostró que el mayor porcentaje de uso es en Europa con un 40% seguido por Estados Unidos con un 21% y luego el continente asiático con un 11% siendo los 3 territorios donde más se utiliza esta tecnología como se puede ver en la gráfica 1 en comparación con el resto del mundo.



Gráfica 1. Porcentaje de uso de realidad virtual y sus dispositivos de visualización. (2016) Elaboración propia. Recuperado de: <http://www.cgarchitect.com/2016/07/survey-results-vr-usage-in-arch-viz>

Otro de los factores analizados fue quiénes eran los que utilizaban esta tecnología y los que lideran su uso son los estudios de arquitectura que se especializan en ofrecer presentaciones tridimensionales de proyectos con un 43% , seguidos por las firmas de arquitectura con un 22% y en tercer lugar los autónomos con un 10% de uso de esta tecnología obviamente por los costos de inversión que requieren para usarlo, estos datos se pueden observar en la siguiente grafica en donde se detallan todos los campos laborales en donde los encuestados utilizan la realidad virtual.



Gráfica 2. Porcentajes de ámbitos laborales en donde los encuestados utilizan la realidad virtual y sus dispositivos de visualización. (2016). Elaboración propia. Recuperado de: <http://www.cgarchitect.com/2016/07/survey-results-vr-usage-in-arch-viz>

## Los arquitectos pueden usar la RV en varias etapas del proceso de diseño.

De acuerdo con O'Connel *“Un beneficio de la realidad virtual es que los objetos pueden ser renderizados a diferentes niveles de detalle, también conocido como LOD (Level Of Detail), por lo tanto, un arquitecto en la primera etapa de diseño podría tener una experiencia en una habitación con una calidad no fotorrealista, solo para tener una sensación de la relación del espacio y la volumetría. O la experiencia podría ser hiperrealista, de tal modo que el video de realidad virtual puede utilizar una suave luz del sol filtrándose a través de la ventana, con el sonido de las aves afuera (para la presentación del cliente) “ (O'connell, 2016)*

De tal manera otro de los beneficios de la realidad virtual en arquitectura sería la combinación de esta tecnología con el BIM y de esta manera los clientes y diseñadores podrían tener la misma experiencia sensorial incluso sin encontrarse en el mismo lugar al mismo tiempo en caso de que algún cliente estuviera en otra ciudad o país, por ejemplo, lo cual ahorraría mucho tiempo. Finalmente, otra herramienta que podrían utilizar son las imágenes panorámicas de 360° creadas con softwares como Revit y observarlas solo utilizando un teléfono móvil y las gafas de cartón para realidad virtual de Google, de esta forma se demuestra que hay diversas maneras de mostrarle un proyecto que incluya realidad virtual a un cliente tanto con videos y recorridos elaborados como con una simple imagen panorámica.

### 3.1.2 Realidad Virtual en Marketing y su influencia en los clientes.

De acuerdo con Barnes *“La realidad virtual permite a mercadólogos y publicistas la oportunidad de demostrarle a los consumidores potenciales la experiencia más realista de un producto, servicio o lugar sin la necesidad de estar todos en el mismo lugar” (Barnes, 2016)*, además este enfatiza que la realidad virtual provee medios que permite entregar mensajes de alto impacto y comprometer a la audiencia y a potenciales consumidores.

Para entender mejor el impacto de la tecnología de realidad virtual, aumentada y mixta en los clientes (Barnes, 2016) consideró que existen 3 grupos principales de factores que tienen una fuerte participación en la experiencia de un consumidor de la experiencia virtual, los cuales se muestran en la siguiente gráfica:





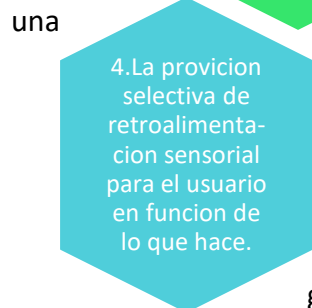
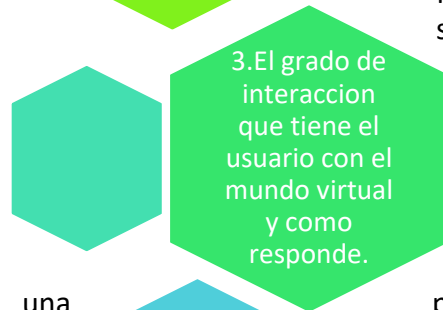
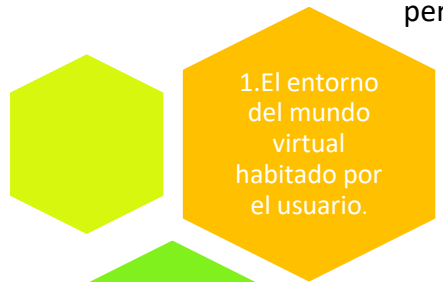
Gráfica 3. Influencia de los entornos virtuales en sus usuarios. Elaboración propia. (Barnes, 2016). Fuente De la imagen: <https://www.freepik.es/fotos-vectores-gratis/tecnologia>.

Estos factores , las **influencias conativas** ( que intentan dirigir la conducta del oyente, lector o usuario) en los usuarios de realidad virtual son las más fuertes al momento en que éstos toman alguna decisión sobre adquirir cierto producto o servicio, puesto que el consumismo está relacionado directamente con lo que el cliente quiere cambiar de alguna manera en su vida, por ejemplo un vehículo del año o un teléfono móvil de alta gama le venden al cliente un estatus social y éste compra eso de forma inconsciente( o no , necesariamente) más allá de los avances tecnológicos y comodidades que ofrecen.

Por ende, es primordial a la hora de desarrollar un producto en este caso uno inmobiliario de realidad virtual; influir en los cambios **cognitivos, afectivos y conductuales** del cliente, ofreciéndoles una mejora o un cambio y/o un cierto estatus social y que sientan una conexión emocional y seguridad de que lo que se les muestra es lo que obtendrán.

Los autores (Sherman & Craig, 2003) del libro “Understandig Virtual Reality, Interface Aplication and Design.” *proporcionan un resumen útil adicional de cuatro elementos que son esenciales para las experiencias de realidad virtual:*

1. Todo lo que le rodea al usuario ha de ser lo más realista posible en cuanto a la escala, proporción, iluminación y características físicas como peso y densidad las cuales deben ser perceptibles por este.



2. A través del HMD, los guantes y otros aditamentos; ayudado de sonidos y un correcto aislamiento del exterior, el usuario tendría la sensación de estar dentro de otro lugar.

3. Interactividad: hasta qué grado el usuario puede interactuar con el entorno virtual: los objetos, otros avatares, moverse por el entorno y como éste responde a dicha interacción.

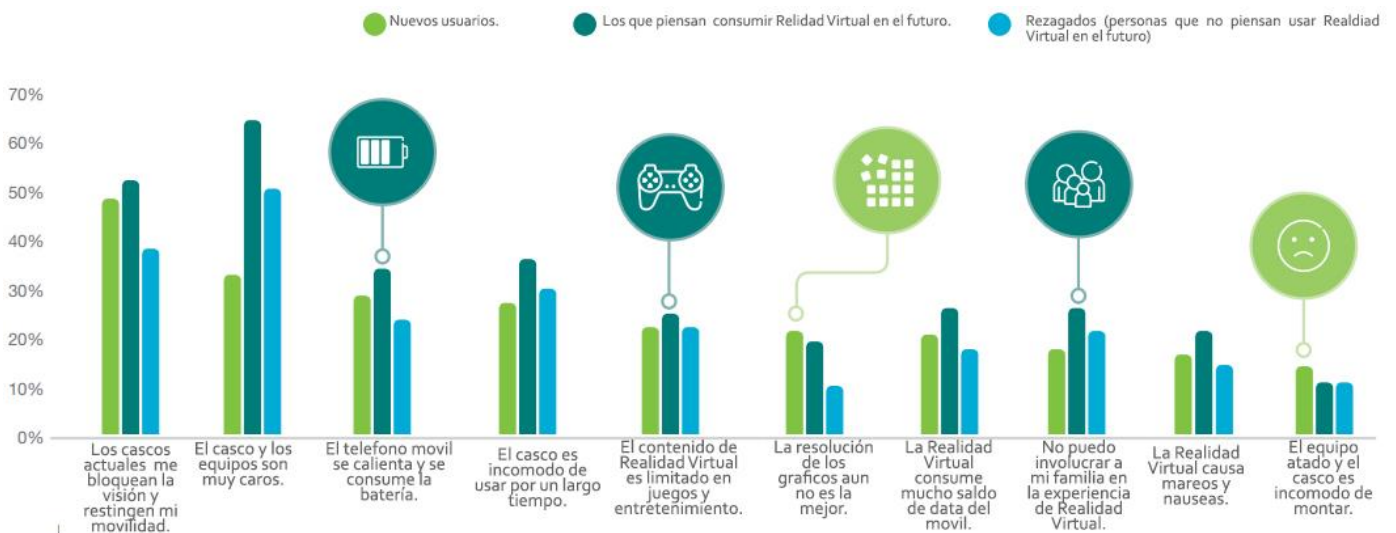
4. Básicamente cual es la respuesta del entorno a las acciones del usuario dependiendo de cuales sean a través de una serie de protocolos que se le proporcionan al software para saber de qué manera responder en determinadas situaciones o con determinadas acciones del usuario.

Además de estos 4 factores es necesario no dar señales incorrectas en el entorno para no darle una experiencia desagradable al cliente, por ejemplo si hasta el momento solo se le mostrara una parte del edificio al cliente y en el recorrido virtual éste intenta abrir una puerta que lo lleva a parte que no está lista, esta puerta puede tener un cartel que diga "en construcción" o "disponible pronto" a la vez que la persona que guía en ese momento brinda información de qué hay y que no hay a la vista.

una  
que el uso de esta tecnología sea más ameno y personal para el usuario y no solo novedoso. Como explica (Barnes, 2016) "La hiperpersonalización permite un enfoque auténtico y atractivo para el contenido de marketing de realidad virtual, que luego puede amplificarse a través de una variedad de técnicas, como las redes sociales". De esta manera con esta herramienta la experiencia de los usuarios de los entornos virtuales es personalizada y en cuanto a la gamificación es la manera de hacer que una situación o entorno que no tiene ninguna connotación lúdica lo sea para hacerla más amena y que de esta manera el usuario disfrute más de la experiencia lo cual influye directamente en la decisión que tomará a la hora de elegir algún producto o servicio.

### 3.1.3 Retos que limitan la integración de realidad virtual y su mayor consumo:

De acuerdo con Ericsson (ConsumerLab, 2017) en su encuesta realizada en el 2017 basada en usuarios con edades entre 15 y 69 años, en 8 mercados en donde las personas usan cascos de realidad virtual al menos varias veces a la semana o piensan usarlo en el futuro y las personas que no están interesados en la realidad virtual en el futuro; el 60% de los que planean usar un casco en el futuro consideran que es un equipo demasiado caro sin embargo este mismo grupo es el que menos siente **que el casco atado a la cabeza es un equipo que es complicado de armar**. En el caso de los que comienzan a usar esta tecnología casi el 50% de los encuestados considera que **los cascos actuales les bloquean la vista y restringe su movilidad** sin embargo este mismo grupo es el que menos opina que **no puede involucrar a su familia en la experiencia de realidad virtual**, obviamente porque esta actividad se caracteriza por ser aislante y solitaria de cierta manera. Finalmente, el grupo de los rezagados (personas que no están interesadas en la realidad virtual en el futuro) son el segundo grupo que considera que **es un equipo muy caro** con un 50% de los encuestados y que considera que este dispositivo es incómodo para usar por un largo tiempo con un 30% de los encuestados, el resto de los retos se detallan en la siguiente gráfica.



Gráfica 4 . Retos actuales de la implementación de la Realidad Virtual. Recuperado de: (ConsumerLab, 2017)

Además de estos retos, el reporte de Ericsson plantea como resultado de su investigación 3 paradojas actuales del uso de la Realidad Virtual, las cuales exploran el contexto personal del uso de esta tecnología como paradójicamente para acomodar a las personas y acercarlas más, estas terminan más alejadas una de otras, como se explica en la siguiente gráfica:



Gráfica 5. Paradojas del uso de la realidad virtual. Recuperado de: (ConsumerLab, 2017)

### 3.1.4 Cinetosis o mareo causado por el uso de la realidad virtual.



Ilustración 8. Fernández, Israel. (2016). Recuperado de: <https://www.bloglenovo.es/por-que-realidad-virtual-mareo/>

De acuerdo con la (RAE, n.d.) la Cinetosis se define como: "Mareo, generalmente acompañado de vómitos, provocado por movimiento." Se podría definir como la mayor expresión del cuerpo a la falta de equilibrio puesto que puede experimentarse en menor o mayor grado.

Cada persona es diferente, por lo que algunos tienen un mayor umbral de resistencia a la cinetosis, pudiendo mencionarse los extremos opuestos de ejemplos tan comunes como personas que se marean al conducir o estar en un vehículo en movimiento mientras a otras personas no les pasa nada, o quizás quienes que se marean al subirse a un barco, sin embargo, otros ni se inmutan por más tumbos que este dé. Esto se relaciona con el **sistema vestibular** formado por partes del oído interno y el cerebro, el cual se encarga del equilibrio de para que la persona pueda mantenerse erguida, sentada o caminar sin marearse.



Fotografía 11. Imágenes del evento de presentación del juego Intruders (2018).  
Recuperado de: <https://www.instagram.com/p/BpEipy16R2/>

Un estudio español ubicado en Madrid llamado Tessler, se encuentra actualmente desarrollando un juego de realidad virtual llamado *Intruders: Hide and and Seek*, con el cual, los integrantes de esta empresa emergente han conocido los diferentes retos y características que conlleva trabajar con realidad virtual y ofrecen su opinión sobre cómo afecta a las personas.

Desde Tessler le cuentan al equipo de Lenovo España (Fernandez, 2016) algunos de los trucos para hacerle creer al cerebro que lo que observa es la realidad: «*algunas son graciosas, por ejemplo, **simular la apariencia de una nariz en el centro de nuestra mirada**. Nuestros ojos están acostumbrados a ver parte de nuestra nariz al mirar al frente y está comprobado que, al no tenerla como punto de referencia en VR, la gente es más susceptible a los mareos. Otras en cambio son más técnicas, como por ejemplo **mantener los frames por segundo por encima de 90**, evitar los movimientos involuntarios de la cámara, etc. También es importante que el propio dispositivo RV tenga una buena resolución y una tasa de refresco alta*». Todas estas estrategias se utilizan como estrategia para equilibrar el sistema vestibular en el cerebro y por ende que el usuario no se maree

En cuanto a “mantener los **frames** por segundo por encima de 90” se refieren a que los fotogramas por segundo que se visualizan cuando el usuario se mueve por el entorno virtual, sean constantes y que se mantengan en una cantidad de 90 por cada segundo para que las imágenes que observa el usuario no pierdan resolución en algún momento.

### 3.1.5 Ejemplos de aplicación de la Realidad Virtual en Marketing:

Según (Barnes, 2016), “el área clave de aplicación de la RV es el Management de Marca. La realidad virtual puede proporcionar un medio de participación de marca, educar al consumidor acerca de una marca, reforzar los valores de la marca y fomentar la afinidad y la lealtad del cliente. En términos más generales, la VR se puede utilizar para crear conciencia de marca y construir relaciones”.

Un ejemplo innovador del uso de la realidad virtual para crear una relación con el cliente fue "Sensorium" de Boursin Cheese, dicha marca de queso estadounidense crea todo un recorrido a modo de montaña rusa que permite que los clientes recorran el interior de una nevera donde fortuitamente están los ingredientes especiales de su variedad de quesos.



Ilustración 9. Parte del recorrido que permite la presentación de realidad virtual de los quesos Boursin. (2015). Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=XRik3h5M-qU>



Fotografía 12. Demostración del recorrido virtual ofrecido por la marca de quesos estadounidense Boursin en donde el cliente experimenta un recorrido a modo de montaña rusa dentro de un refrigerador. (2015). Recuperado de: <https://www.dadiawards.com/dadi-awards-2016/best-use-of-vr-new-2016/the-boursin-sensorium>

En esta fotografía se puede ver como los asistentes a la carpa promocional de la marca de quesos, toman asiento en un sillón especial que cuenta con un resorte en la base para darle la sensación de movimientos laterales combinados con el parlante que se encuentra a su lado y las gafas de realidad virtual que lo transportan a un recorrido envolvente y de esta manera incitarlo tanto de forma consciente como inconsciente a consumir su producto.

Otro de los mercados que también invierte en la realidad virtual es la industria del automóvil puesto que existen diversas marcas que la han utilizado para presentar sus productos, algunas de ellas como Nissan y Volvo apuestan por ir

más allá del marketing convencional y acercar más a los clientes con una campaña focalizada a todos sus clientes fieles y potenciales en general y personalmente.

Nissan utilizó Oculus VR además de la tecnología de cave para presentar el Nissan Rouge edición limitada en conjunto con la compañía *Lucas's Films* y la película *Star Wars: Rouge One* en 2017. En dicho evento realizado en Los Ángeles, California se presentó el modelo exclusivo en sus dos variantes (negro y blanco inspirado en los clones soldados de La República), utilizando una plataforma móvil además de un conjunto de pantallas que formaban un semi círculo juntamente con luces, sonidos y fuego se daba la sensación de que el auto recorría las planicies de un desierto en donde se desarrollaba una batalla intergaláctica.

En cuanto al uso del Oculus, este permitía que el usuario pudiera vivir la experiencia de estar en medio de una batalla entre el Imperio y los rebeldes a bordo del Nissan Rouge mientras le mostraban sus diferentes cualidades como la detección de peatones; una fracción de estas dos experiencias se pueden ver en las siguientes imágenes:



Ilustración 10. Captura del video de la presentación oficial del Nissan Rouge edición limitada en combinación con Star Wars Rouge One. (2016) Recuperado de: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=259&v=AVspm3h4F18](https://www.youtube.com/watch?time_continue=259&v=AVspm3h4F18) canal oficial de Nissan en YouTube.



Ilustración 11. Vista de lo que el usuario de las Oculus podía ver en el recorrido virtual dentro del modelo de edición limitada del Nissan Rouge. (2016). Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=C1aRgJNico>



Otra de las empresas de automóviles que ha utilizado la Realidad Virtual a su favor es Volvo, la cual tenía disponible a finales del año 2014 la aplicación para sistemas IOs y Android llamada XC90 para explorar su modelo que lleva el mismo nombre por medio de una prueba de conducción realista a través del teléfono móvil utilizando un Google Cardboard como muestran las siguientes imágenes:

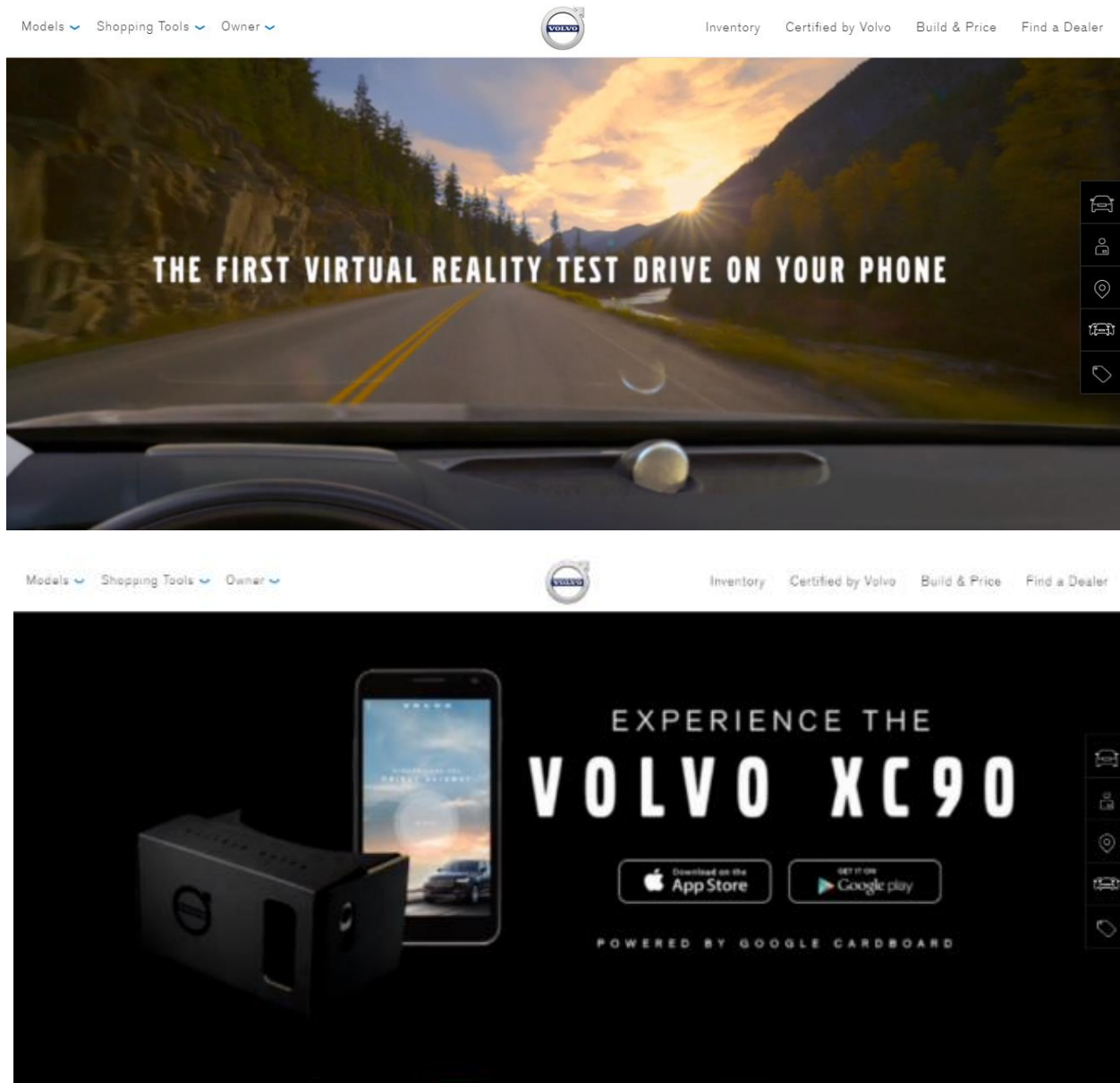


Ilustración 12. Imágenes de la web oficial de Volvo de lo que fue la campaña de la prueba de manejo a través de la realidad virtual. (2014). Recuperado de: <https://www.volvocars.com/us/about/our-points-of-pride/google-cardboard>

Finalmente una compañía que no es del ámbito automotriz pero que utiliza el recorrido virtual como herramienta de marketing es el desarrollado por *SapientNitro* perteneciente a la empresa de publicidad *Publicis.Sapient* que junto al estudio de Realidad Virtual *Wevr* desarrollaron el proyecto llamado *The Apartment* a pedido de la empresa de ropa ,accesorios y decoración *The*

*Line* ; en este proyecto se muestran dos apartamentos de lujo, uno ubicado en Nueva York y el otro en Los Ángeles-California, en los que el cliente puede examinar cuidadosamente todos los objetos que lo adornan, como los muebles, accesorios, ropa, calzado y decoración puesto que este es el concepto de la tienda sin embargo estas empresas intervinieron para que este recorrido pueda ser un video que permite un recorrido de 360° totalmente inmersivo e interactivo en donde por ejemplo el cliente puede ver a los anfitriones con la ropa que ofrece la marca y de esta manera ve como queda puesta además de que se ubican los objetos de decoración en el contexto real del apartamento. De esta forma esta marca muestra una manera diferente de romper con el paradigma de las tiendas online.



*Fotografía 13. Imagen HDRI de la tienda de The Line que si se observara con unas gafas como las de Oculus o un Google Cardboard con el móvil se podría ver como si el usuario se encontrara dentro de ese espacio. (s.f.) Recuperado de: <http://www.iheartdesign.com/work/the-apartment/>.*

Estos son solo algunos ejemplos de cómo diferentes empresas en distintos contextos utilizan la realidad virtual de diversas maneras, pero de forma creativa para conseguir un enfoque diferente para vender su producto de manera atractiva y moderna.

### 3.1.6 Realidad Virtual y Realidad Aumentada; diferencias y similitudes.

A lo largo de este trabajo se ha hablado mucho de Realidad Virtual y de Realidad Aumentada, ¿pero dónde se separa una de la otra?, porque aunque las dos se desarrollan de forma digital, una de las principales diferencias es que la **REALIDAD VIRTUAL** muestra todo un entorno en el que el usuario (puede o no interactuar) se encuentra inmerso, pero en el que necesariamente

precisa de una pantalla para observarlo o el uso de un HMD, un ejemplo de esto es el videojuego de Batman Arkham VR (Ver ) o la aplicación de Google VR llamado Tiltbrush el cual le permite a las personas realizar ilustraciones tridimensionales del tamaño de la habitación en donde se encuentran dibujando (Ver ilustraciones 9-12) , sin embargo en el caso de la **REALIDAD AUMENTADA** , solo se necesita un móvil con cámara integrada hasta el momento puesto que ahí el o los objetos virtuales interactúan con el entorno que les rodea, un ejemplo de esto es Pokemon Go (Ver ilustraciones 13).



Ilustración 13. Portada del videojuego Batman Arkham VR, en donde se puede observar como en el diseño incluyen el uso de las gafas y los mandos necesarios para utilizar el juego. (2016) Recuperado de: <https://www.amazon.es>



Ilustración 14. Ejemplo de cómo el usuario puede percibir el juego de Batman Arkham VR mientras lo ejecuta en su consola. (2016) Recuperado de: <https://www.playstation.com/es-es/games/batman-arkham-vr-ps4/>

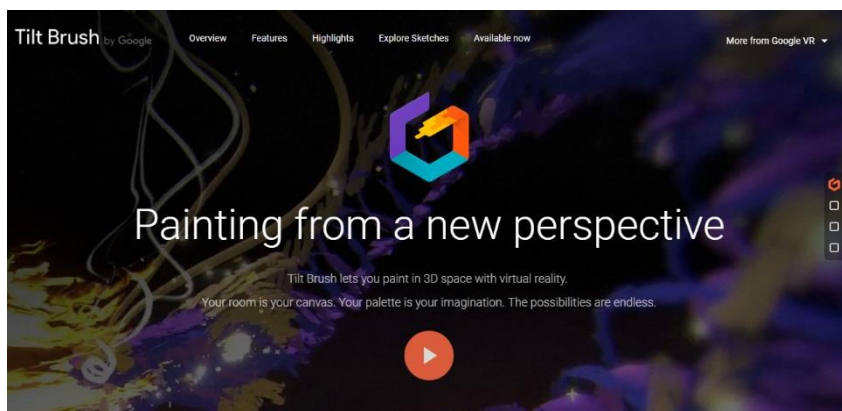


Ilustración 15. Portada de la Web que ofrece el software de pintura- escultura tridimensional Tiltbrush dándole una nueva herramienta a los artistas y aficionados del arte digital. (2016). Recuperado de: <https://www.tiltbrush.com>



Ilustración 16. Ejemplo de cómo se utiliza el software Tiltbrush el cual le permite al usuario esculpir sus ilustraciones literalmente en un entorno virtual casi ilimitado. (2016). Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=TckqNdrdbgk> canal oficial de Google en Youtube.



Ilustración 17. Ejemplo de cómo el usuario puede ver un Pokémon a través de la pantalla de su móvil, aunque en la vida real este no se encuentre ahí, siendo este un ejemplo claro de la Realidad Aumentada. (s.f.). Recuperado de: <https://www.nobbot.com>

**La realidad aumentada** se define por (Azuma , y otros, 2001) como una combinación de una serie de propiedades que le caracterizan:

- Combina objetos virtuales y reales en un ambiente real.
- Se ejecuta de forma interactiva y en tiempo real.
- Este registra (alinea) objetos virtuales y reales entre ellos. Por ejemplo, un objeto virtual se mantiene encima de una mesa que es real como si realmente estuviese ahí.

Una forma de entender cómo funcionan y como se diferencian las realidades virtual y aumentada es de acuerdo con la siguiente diferencia: los elementos virtuales en un entorno real se ubican

en la categoría de Realidad Aumentada, sin embargo, los entornos virtuales y sus objetos que no interactúan con el entorno real se consideran como Realidad Virtual.

**La realidad virtual** se define por (Abdelhameed, 2013) como *"una interfaz humano-ordenador en la que el ordenador crea un entorno de inmersión sensorial que responde interactivamente y está controlado por el comportamiento del usuario"*

Y de acuerdo con este mismo autor los entornos de realidad virtual tienen una naturaleza experimental que se deriva en 3 fuentes:

- Inmersión.
- Interactividad.
- Y retroalimentación multisensorial.

Inmersión, interactividad y retroalimentación multisensorial, explica que tanto la inversión como la interactividad tienen un contexto más de investigación, sin embargo define la inmersión como el estado en el que el usuario está rodeado de un entorno de manera que este percibe la presencia de ese entorno como si verdaderamente fuera el mundo real, de alguna manera; en cuanto a la interactividad se puede definir como el control de los eventos que tiene la persona a través de movimientos corporales (botones o comandos de algún tipo) los cuales pueden generar una respuesta del entorno de la simulación.

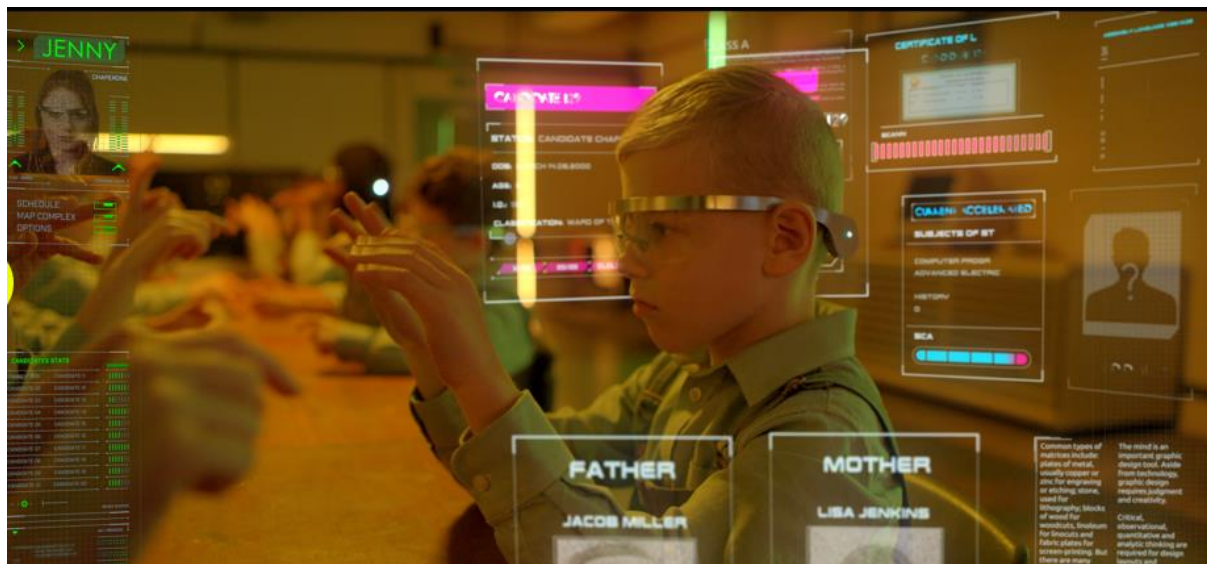
Finalmente, un término que se puede definir es el de **realidad mixta**, aquí interactúan tanto la realidad virtual como la realidad aumenta, dando como resultado una mezcla de las características de los dos sistemas de interacción digital.



De acuerdo con los autores (Azuma , y otros, 2001) y (Milgram & Kishino, 1994) la realidad mixta combina elementos reales y virtuales; Milgram la definió como un continuo de entornos reales a virtuales, en los que la realidad aumentada es una pieza importante de la realidad mixta (Grafico 6). En ambas virtualidades, en las que se agregan objetos reales a los virtuales, y entornos virtuales (o realidad virtual), en el que como su nombre lo indica ambiente circundante es virtual, mientras que en la realidad aumentada el entorno circundante es real.

Gráfica 6. Esquema de la continuidad de la virtualidad, planteado por (Milgram & Kishino, 1994).

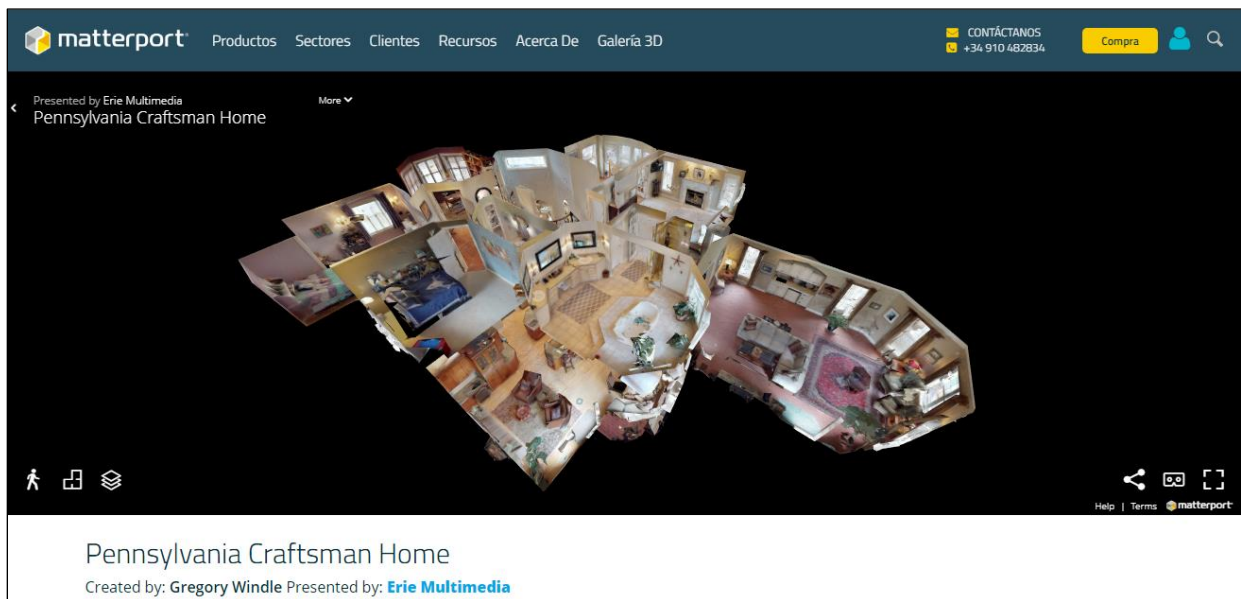
Un ejemplo de la realidad mixta se puede observar en el título cinematográfico de 2016 titulado *Let's be evil* en donde toda la historia se desarrolla en un entorno de este tipo. En un centro de investigación científica subterráneo los empleados y los sujetos de estudio se desenvolvían en un medio que a simple vista eran espacios sin iluminación, pero cuando las personas se ponían las gafas especiales podían ver espacios iluminados, con muebles y todo lo necesario sin embargo objetos como los muebles, y utensilios sí eran totalmente reales, solo que para verlos eran necesarias las gafas. A continuación, el cartel y un ejemplo de escenas de la película:



Fotografía 14. Las 2 fotografías sobre estas líneas son el cartel promocional y escena de la película *Let's be evil*. (2016). Recuperado de: <https://www.comingsoon.net/horror/news/749999-new-photos-evil-glasses-sci-fi-horror-flick-lets-evil>

## 3.2 Aplicación en Marketing inmobiliario y referentes actuales.

Un ejemplo local del promotor inmobiliario que utiliza los recorridos virtuales es el de la empresa inmobiliaria *Primer Grupo Inmobiliarias*, el cual es una de las empresas de franquicia inmobiliaria que se especializa en vender viviendas de segunda mano; esta ha invertido en el uso de los recorridos virtuales y vistas de 360° como estrategia de venta de las viviendas que ofrece, sin embargo, ellos no utilizan representaciones virtuales de espacios no construidos, sino que utilizan *Matterport* una tecnología de fotografías y videos con calidad 4k ,capturados con una cámara especial que se encarga de que éstas tengan profundidad, lo que permite que al combinarlas todas, se puedan recorrer los espacios como si la persona se encontrara allí, tanto inmerso con unas gafas como recorriendo los espacios observando el piso como una maqueta virtual realista que, además cuenta con enlaces a archivos multimedia que ofrecen mayor información sobre el piso.



*Ilustración 18. Ejemplo de vista tipo modelo tridimensional o maqueta de una vivienda, en la web utilizando el mouse o utilizando gafas de realidad virtual es posible acercarse a una de las estancias de la vivienda y recorrerla con una imagen de alta calidad, la clave de esta herramienta son las fotografías tridimensionales.(s.f.) Recuperado de: <https://matterport.com/3d-space/pennsylvania-craftsman-home/>*



Además de esta empresa, alrededor del mundo existen estudios de arquitectura que están utilizando la tecnología de realidad virtual como una herramienta más de presentación de sus proyectos específicamente SentioVR, dichas empresas se encuentran en lugares como India o Venezuela

Fotografía 15. Ejemplo de una de las empresas inmobiliarias españolas que ofrecen vistas virtuales a sus clientes, esta se encuentra en Valencia. (s.f.). Recuperado de: <https://www.primergrupo.com/wp-content/uploads/2018/10/Turia-OK.jpg>

### 3.2.1 WHA architecture, Estados Unidos. (utilizando autodesk cad, sketchup, lumion, vray)



Fotografía 16. Ejemplo del interior de un proyecto presentado con una imagen en HDRI. (S.F.) Recuperado de: <https://www.whainc.com>

Esta empresa con 37 años de experiencia se encarga del diseño de viviendas privadas y hoteles, además de espacios urbanos residenciales, ofreciendo diseños de alta calidad y utilizando los recorridos virtuales como una de sus herramientas de venta. En la imagen que se encuentra sobre estas líneas se muestra un ejemplo de una vista de 360°.



### 3.2.2 DG-LA, Venezuela (*sketchup, vray, photoshop*)



Ilustración 19. Ejemplo de entorno interior diseñado por la empresa DG-LA (2016). Recuperado de: <http://www.dg-la.com/portfolio/novo-92-apto-202/>

Según (Albornoz, 2018) esta empresa declaró lo siguiente sobre el uso de la tecnología de visualización 360 de sus proyectos: *"La experiencia 360 ha comulgado perfectamente con nuestra filosofía del buen diseño y atención a los detalles, permitiendo a nuestro cliente visualizar de una manera más cercana y íntima sus proyectos"*. Aunque esto es un tipo de visualización que no llega al recorrido 3D como tal, es un paso más hacia un futuro digital en el ámbito del marketing inmobiliario. Esta empresa desarrolla proyectos inmobiliarios (comercial, hoteles, oficinas, residenciales).

### 3.2.3 DESIGNHAAUS, India (*sketchup y vray*)



Ilustración 20. Ejemplo del entorno interior diseñado por DESIGNHAUS. (s.f.) Recopilado de: <http://designhaus.com/projects/our-focus.html>

Asimismo, el representante de Dseignhaaus declaró para Plataforma de Arquitectura lo siguiente sobre la visualización tridimensional de los espacios usando gafas de realidad virtual: *"nos ayuda a visualizar un espacio de una mejor manera que, a su vez, da como resultado espacios estéticamente agradables y eficientes. Además, ayuda al cliente a comprender mejor el diseño y a tomar decisiones más rápidas. También ayuda al equipo de construcción en el sitio durante la fase de ejecución"*. (Albornoz, 2018)

Todas estas empresas tienen algo en común, y es que están invirtiendo en el uso de las tecnologías del momento, para ofrecerle una experiencia optima al cliente y de esta manera ofrecerles lo que piden y un poco más.

Finalmente, el referente más importante de esta lista es el que se describirá a continuación, puesto que es el que más se acerca en su oferta al mercado a lo que se propone en este trabajo de fin de Máster. Con ustedes:

### 3.3 La empresa *Yantram Studio* de Estados Unidos

#### **VR IMMERSIVE VIEWING IN 360°**





Ilustración 21. Ejemplo de entorno virtual desarrollado por Yantram Studios para un cliente en Europa. (s.f.).

Recuperado de: <https://www.linkedin.com/company/yantram-animation-studio>

Yantram Studio es una de las principales desarrolladoras de animaciones, renderización de arquitectura e interiores

(exterior, plano de planta: plano de planta interactivo en 3D, procesamiento de imágenes de animación), diseño de interiores en 3D, desarrollo de aplicaciones de realidad virtual (visita virtual interactiva), desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, producción de video animado corporativo; películas y juegos de animación, modelado de personajes; recorrido panorámico de 360 grados además de modelado y animación de productos en Unity.

Además de que integran la última tecnología como dispositivo portátil, *Google Cardboard*, *Oculus* y *Hand Tracking Services* para la tecnología de diseño de videojuegos 3D.

Finalmente, uno de los productos estrella de esta empresa es el desarrollo de aplicaciones de animación 3D / Realidad Virtual (VR) para el sector de animación / entretenimiento en 3D. Un ejemplo es el de la imagen debajo de este texto, la cual presenta como el cliente que recorre un espacio virtual tiene la opción de cambiar el color del mobiliario con solo seleccionar el de su preferencia.



Ilustración 22. Ejemplo de la aplicación interactiva de realidad virtual desarrollada por la empresa Yantram Studio. (s.f.)  
 Recuperado de: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=143&v=Oj\\_x0jvb8w0](https://www.youtube.com/watch?time_continue=143&v=Oj_x0jvb8w0)

### 3.4 Como vender una aplicación de este tipo y como esta tecnología puede sustituir los métodos de mercadeo actuales.

Es posible que los clientes no sepan que necesitan un producto como este, porque sólo conocen los métodos convencionales que se les ha vendido hasta ahora.

Por lo tanto, según (Mestre, 2001) "El plan de marketing o programa comercial es el resultado de la planificación comercial. Y ésta, a su vez, se complementa e integra con la planificación estratégica de la empresa". Esto se explica mejor en la siguiente gráfica donde se desglosan los pasos que componen un plan de marketing, pero adaptado a la introducción de una aplicación de realidad virtual en una empresa inmobiliaria.



Gráfica 7. Plan de Marketing adaptado de (Mestre, 2001). Elaboración propia. (2019)

De esta manera está claro como el hecho de conocer lo que quiere el cliente es primordial para desarrollar una idea y aprovechar el nicho de mercado existente, al momento de proponer la introducción de un producto nuevo.

Luego de estos pasos, se realizarían supervisiones periódicas para conocer qué tanta aceptación tiene el nuevo producto y que detalles deben ser modificados para aumentar las ventas.

En el caso de la aplicación de realidad virtual inmersiva se ofrecería en los comerciales de las promociones, como una novedad, como la nueva manera de conocer el futuro piso que comprarán, el hogar de sus sueños hecho realidad y para verlo antes que cualquiera sólo necesita visitar la oficina de la empresa y probar los visores de realidad virtual.

La tecnología de la realidad virtual puede sustituir los métodos de mercadeo actuales gracias a la gran cantidad de personas que utilizan constantemente sus dispositivos electrónicos diariamente, y como el uso de teléfonos móviles es algo que ya forma parte de la vida diaria de la gran mayoría de las personas, además de que existen visores de realidad virtual realmente económicos.

Teniendo todo lo anterior en cuenta, es posible hacer llegar la publicidad en formato tanto de realidad virtual, realidad aumentada por internet u obsequiándole visores económicos como el Google Cardboard a los clientes para que a través de una aplicación en su teléfono móvil puedan visitar su posible nuevo hogar cuando lo deseen antes de adquirirlo o mostrárselo a sus conocidos. Y esa es solo una de las muchas posibilidades que tiene el uso de la tecnología de realidad virtual en el mercadeo actual.

### 3.5 Realidad Virtual en cifras: empresas que invierten en el “futuro virtual”.

La realidad Virtual como campo de explotación tecnológico, tuvo su propia feria en el 2017, reuniendo una serie de empresas de diversas partes del mundo para mostrar hasta donde ha llegado la inversión en innovación en esta tecnología que aún tiene mucho que ofrecerle al ámbito inmobiliario como al resto de los campos en donde se utiliza como la medicina o el entretenimiento; dicho evento se llamó el **VR Congress** y se celebró en Bristol, Inglaterra y algunas de las empresas que ahí se dieron cita fueron las siguientes:



*“AMD diseña e integra tecnología que sustenta a millones de dispositivos inteligentes, incluidos los HMD de realidad virtual. La tecnología LiquidVR™ de AMD está orientada a permitir una experiencia de realidad virtual totalmente envolvente y cómoda mediante la creación de un nuevo modelo de programación que explota completamente las capacidades de las GPU modernas, como los productos AMD Radeon “.*



*“La plataforma de **Unity Technologies** se utiliza para crear ricas experiencias interactivas en 2D, 3D, VR y AR. Sirviendo a millones de desarrolladores en todo el mundo, el potente motor de gráficos de Unity, el editor completo y los servicios son la base para desarrollar juegos o aplicaciones hermosos y llevarlos fácilmente a múltiples plataformas.”*

BMT Reality Studios

*“Desde el desarrollo de una Realidad Virtual inmersiva de alta fidelidad hasta la comprensión de sus complejos desafíos de Big Data, el talentoso equipo de desarrollo de software de **BMT** utiliza las últimas tecnologías y metodologías para crear soluciones de realidad virtual innovadoras.”*



*“**Microsoft HoloLens** es la primera computadora holográfica autónoma que le permite interactuar con su contenido digital e interactuar con hologramas en el mundo que lo rodea. HoloLens ya está haciendo olas en el mundo del diseño, la fabricación y el montaje, la formación, la colaboración y el entretenimiento.”*



*“**Ultrahaptics** está trabajando para crear la conexión más notable entre las personas y la tecnología. Al utilizar el ultrasonido para proyectar sensaciones en una mano, Ultrahaptics está atravesando una era de cambios y permitiendo a las personas sentir y controlar la tecnología como nunca. Desde los botones y diales invisibles que siente cuando los necesita, hasta las interfaces tangibles que rastrean su mano, esta tecnología elegante y simple se creó utilizando matemáticas complejas, pero se basa en la naturaleza humana”*



*“**Igloo Vision designs**, desarrolla y ofrece una gama de sistemas de proyección inmersiva de 360 °. Entrar en un producto Igloo es un poco como entrar dentro de un auricular VR gigante. Pero como es una experiencia compartida, es ideal para el trabajo en equipo, la capacitación y el compromiso. Igloo es una plataforma abierta que permite a los usuarios visualizar sus 360°, 3D y VR en un entorno compartido.”*



*“**Opposable VR** es una empresa de desarrollo de software de realidad virtual con sede en Bristol y organizadora del VR World Congress. Opposable se centra en crear experiencias increíbles para una variedad de industrias y sectores. Entre los clientes anteriores se encuentran **Akamai** e **IBM**.”*



*“ En **Constructive Labs** creen que todos deben estar capacitados para crear experiencias de Realidad Virtual. Su Sistema Operativo de Realidad Virtual (VROS) permite que las aplicaciones y los espacios de VR ricos y atractivos sean construidos por cualquier persona con imaginación.”*



*“**Surround Vision** es una empresa de creación de contenido en 360º que se especializa en películas de realidad virtual, documentales, contenido interactivo y aplicaciones. Surround Vision amplía los límites de la filmación cinematográfica 360º y tiene una cultura de experimentación en todas las plataformas interactivas.*

*Su equipo de VR fue el primero en desarrollar la "visión del director", la "imagen en imagen" y una serie de otras técnicas de vanguardia que ahora se utilizan ampliamente en la industria interactiva. Con sede en Londres, el equipo trabaja en estrecha colaboración con marcas reconocidas, cadenas de televisión y agencias de publicidad para contar sus historias de la manera más creativa, inmersiva y atractiva. Los clientes incluyen: Tate Modern, Sky, Chivas Regal, BBC, Fox TV, Disney, Ray Ban, iTV, The Guardian, Channel 4 y las Naciones Unidas.”*



*“**NSC Creative** es un estudio ubicado en el Reino Unido que se especializa en VR, Domos, parques temáticos y museos con más de 16 años de experiencia. Han instalado experiencias inmersivas en más de 800 lugares en 60 países. El estudio ha lanzado contenido premium de VR cinematográfico y tiene numerosos proyectos de VR a escala de sala en desarrollo.”*



*“**Blueprint Partners** es una agencia especializada en soluciones digitales de clase mundial que incluyen VR, comunicaciones internas y producción de video / eventos para marcas globales de todo el mundo. Blueprint presentó Virtual Spine, una solución de salud VR diseñada para un grupo de quiroprácticos con sede en Londres, que demuestra cómo los aprendizajes del proyecto pueden aplicarse a la capacitación corporativa”*



*“**Psytec Games** hace juegos de realidad virtual impresionantes. sus creaciones, como Windlands (Diseñado con soporte completo de realidad virtual para HTC Vive, Oculus Rift y Playstation VR) y Crystal Rift, incluyen algunos de los juegos de realidad virtual más reconocidos y jugados.”*



*“GhostVR crea soluciones que lo ayudan a explorar sus datos y crear visualizaciones interactivas. ¿Necesita segmentación en tiempo real, pruebas A / B, mapas de calor, demografía u otras métricas? Lo tenemos. No importa qué plataforma, SDK o auriculares. Nuestra herramienta le asistirá en la gestión de todos ellos. También desarrollamos estrategias para que las marcas y las empresas los ayuden a aprovechar al máximo su potencial de marketing en realidad virtual.”*



*“TruVision es un estudio de realidad virtual que ofrece soluciones de VR específicamente para la industria de la construcción. Al utilizar su experiencia para utilizar completamente la nueva tecnología, los arquitectos, los promotores inmobiliarios y los diseñadores de interiores han prosperado gracias a la capacidad de visualizar sus planos con increíbles detalles al entrar virtualmente en sus creaciones.”*



*“Acceda a un mundo virtual, tome una manzana y sienta su forma, su peso, su textura superficial. Juega un juego rápido de Jenga - en gravedad cero. Añadir el sentido del tacto a la realidad virtual es difícil, hacerlo bien es más difícil. También hay una asombrosa variedad de diferentes dispositivos hápticos por ahí. Somos Toia y estamos democratizando el sentido del tacto en los mundos virtuales.”<sup>1</sup>*

*Ilustración 23. Todos los logos de marcas. Recuperado de: <http://vrworldcongress.com/expo/vrwc-expo/>. (2017)*

---

<sup>1</sup> Todas las descripciones de las empresas antes mencionadas proceden de la web: (VRWC, 2017)



### 3.6 Otras empresas que invierten en esta tecnología: y los dispositivos que ofrecen al mercado actual.

#### ○ GOOGLE

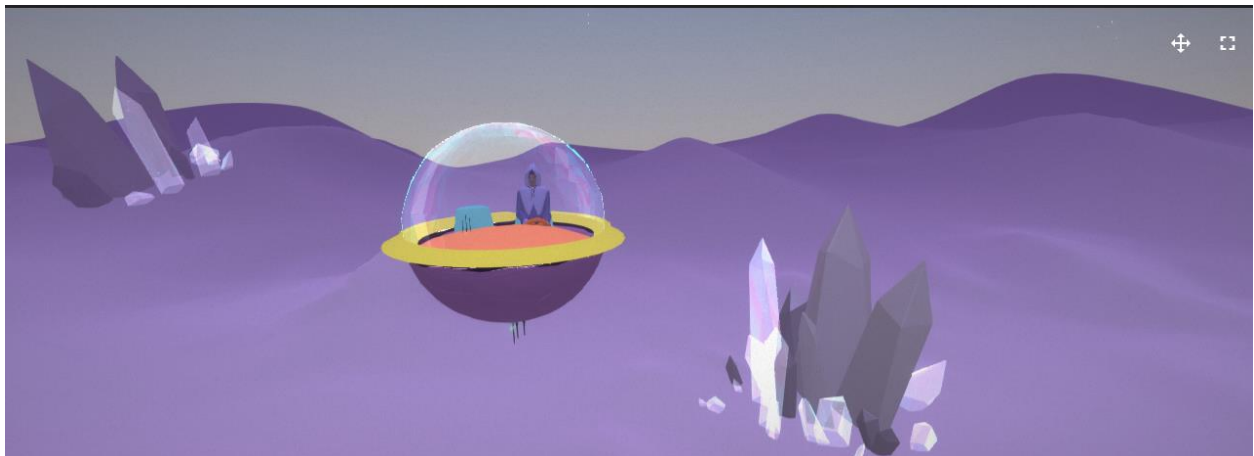
Google ha desarrollado una serie de productos y tecnologías pensados para interactuar con entornos virtuales de diferentes maneras, los productos que ofrece son los siguientes:

- **Cámara VR180:** esta cámara desarrollada en conjunto con Lenovo permite grabar videos en un ángulo de 180 grados, por lo cual permite ver no sólo lo que está enfocado frente a la cámara, sino lo que está a los lados, arriba y abajo, como si lo viera una persona. Cabe aclarar que 110° son los que puede ver una persona sin girar su cabeza, ni sus ojos, lo que significa que esta cámara abarca mucho más.



Ilustración 24. Cámara VR180 (s.f.). Recopilado de: <https://www.lenovo.com/us/en/daydreamvr/>

- **TILTBRUSH:** Un ejemplo de lo que se puede hacer con este programa es el siguiente. Las imágenes que se muestran a continuación pertenecen a un mismo trabajo, todas son la misma creación, vista desde diferentes ángulos. El mismo permite "pintar" entornos y que estos tengan profundidad.



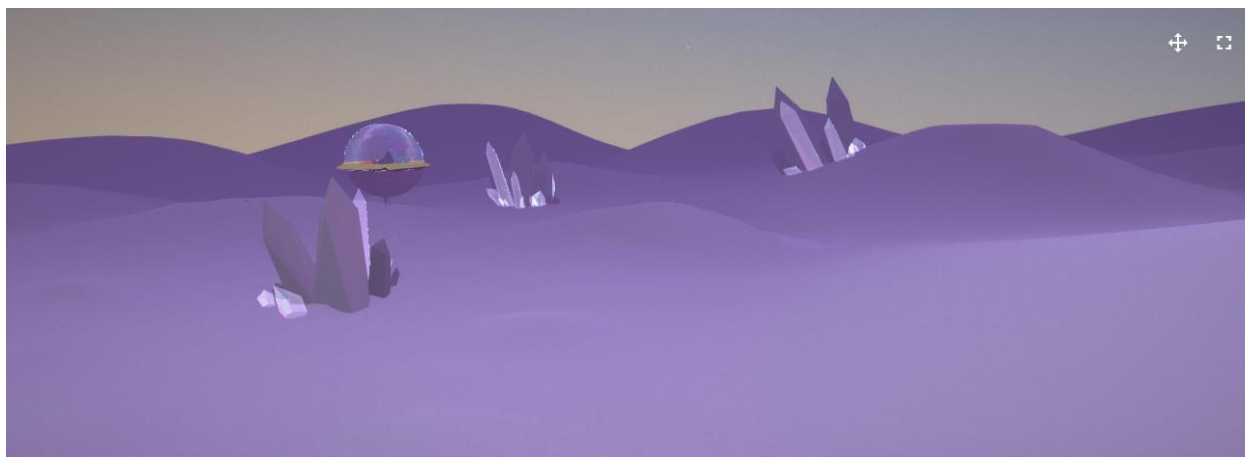


Ilustración 25. Ejemplo de entorno creado con TiltBrush, titulado MOEBIUS TRIBUTE, creado por Michelle Brown. (2019)  
 Recopilado de: <https://poly.google.com/view/9pm5Wzbv70Y>

- **EARTH VR:** Mas allá de poder ver diferentes lugares del planeta solo con acceder a un programa de ordenador, Tablet o móvil, caminar por las calles con el modo StreetView, Google se dio cuenta de que su programa no desarrollaba todo su potencial, así que ahora dando un paso adelante existe Earth VR, el cual permite recorrer el mundo virtual en tres modos, **caminando, volando o teletransportándose** con la ayuda del mando que incluye los visores HTC VIVE o el Oculus Rift, los cuales son los únicos con los que se puede experimentar este programa hasta el momento.

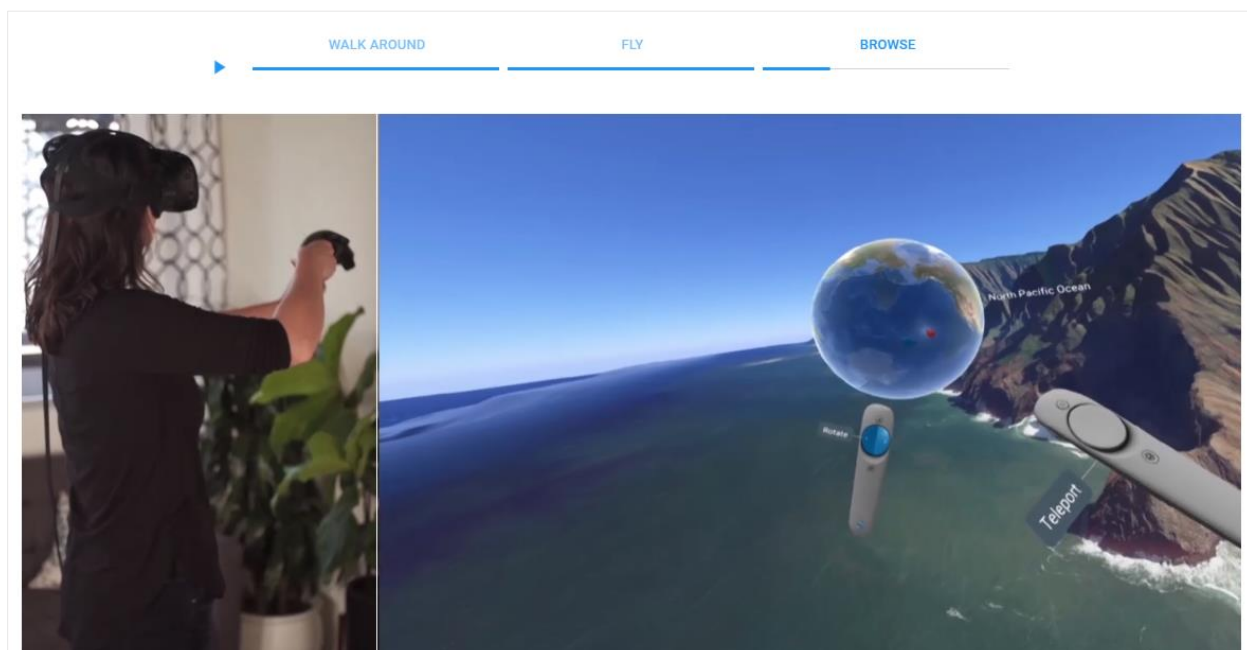


Ilustración 26. Ejemplo de las características del software Earth VR de Google. (2017) Recopilado de: <https://vr.google.com/earth/>

- EXPEDITIONS



Fotografía 17. Estudiantes utilizando la aplicación Expeditions de Google (2015). Recopilado de: [https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/?modal\\_active=none](https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/?modal_active=none)

Esta aplicación educativa permite que los profesores puedan enseñar de una manera revolucionaria e innovadora. Permite que los estudiantes puedan explorar diferentes lugares y épocas para estudiarlas de un modo más cercano, tanto a través de la realidad virtual como de la realidad aumentada.

Tiene las ventajas de que precisa el mínimo de configuraciones; sólo necesitando la aplicación en un teléfono móvil (o el Chrome OS) y opcionalmente puede utilizarse el visor Cardboard o Daydream.

La aplicación cuenta con alrededor de 900 expediciones de realidad virtual, además de más de 100 expediciones de realidad aumentada, este último se puede observar con la aplicación en un teléfono móvil sin necesidad de un visor.



Fotografía 18. Estudiantes con visores Google Cardboard. (s.f.). Recopilado de: [https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/?modal\\_active=modal-video-n29VQwW-03](https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/?modal_active=modal-video-n29VQwW-03)

- JUMP



Fotografía 19. Cámara JUMP y fotografía mostrando como funciona. (s.f.). Ambas recopiladas de: <https://vr.google.com/jump/>

La mejor descripción de esta cámara es la que ofrecen en su web:

*“Jump es la solución de vídeo VR profesional de Google. Jump hace que la producción de vídeo*

*3D-360 a escala sea posible con la mejor costura<sup>2</sup> automatizada de su clase. Las cámaras de salto están diseñadas para trabajar con el ensamblador de Jump para permitir la producción de vídeo VR sin fisuras.*

*Sus cámaras están construidas para generar las costuras automáticas. Geometría precisa, visión computarizada avanzada, y una gran cantidad de potencia informática crea videos 3D-360.”* (Google, JUMP, s.f.)



Esta cámara es solo una de las varias que existe en el mercado, sin embargo, lo que la hace destacar de las demás es que a diferencia de la que utiliza la empresa MatterPort (mencionada anteriormente en el apartado Aplicación en Marketing Inmobiliario. Referentes) la cual genera fotografías tridimensionales para elaborar un modelo de una vivienda o local, la JUMP genera videos tridimensionales, lo cual es un valor agregado.

---







<sup>2</sup> Cuando se hablan de costura, se refieren a la unión de las imágenes para convertirla en una sola, como si se cosieran piezas de tela.

- **GOOGLE CARDBOARD**



Google Cardboard aporta experiencias inmersivas a todo el mundo de una manera sencilla y asequible. Ya sea que usted pliegue su propio visor o adquiera uno ya ensamblado, usted está a sólo un paso de experimentar la realidad virtual en su teléfono inteligente. Con una amplia variedad de espectadores para elegir, usted está seguro

de encontrar uno que se adapte perfectamente; una descripción más detallada en la siguiente tabla, la cual desglosa todas sus características técnicas u su diseño.

<p>Google Cardboard Google</p> 	<p>Goggle Tech C1-Glass Go4d Technology Corp.</p> 	<p>Vusion V3 Vusion</p> 
<p>Powis Viewer 3.0 Powis Custom</p> 	<p>P2 DODOcase</p> 	<p>POP! 3.0 Mr. Cardboard</p> 



Fotografía 20. Diversos modelos disponibles del visor Google Cardboard. (s.f) Recopilado de: <https://vr.google.com/cardboard/>

- **DAYDREAM**



Fotografía 4. Visor de Google modelo Daydream. (s.f). Recopilado de: <https://vr.google.com/daydream/smartphonevr/>

Es posible describirla como la versión más moderna de los visores ofrecidos por Google, puesto que, de todos, es el que tiene un diseño más sofisticado, elegante además de que cuenta con un mando y una correa especialmente diseñada para adaptarse ergonómicamente a la cabeza del usuario, a diferencia del Cardboard.

DAYDREAM		CARDBOARD	
<b>DISEÑO</b>	Diseñada con ranuras para guardar el mando, banda superior extraíble y ajustable para adaptarse al usuario. Seguro de tapa frontal para mantener fijo el móvil. Almohadilla para el rostro extraíble, que facilita el mantenimiento. Además de que está revestido por una tela ligera y transpirable.	<b>DISEÑO</b>	Una forma económica y liviana de adquirir un visor de realidad virtual, elaborado en materiales como el cartón, el plástico ligero y la madera, permite que el usuario pueda disfrutar de la realidad virtual.
<b>CONTROLES / MANDOS</b>	Cuenta con un mando minimalista con 2 botones y un panel táctil, además de una luz de estado que le hace saber al usuario si tiene suficiente carga o necesita conectarse. Puerto de carga USB. Botón de control de volumen.	<b>CONTROLES / MANDOS</b>	No cuenta con ningún tipo de mando.
<b>VISUALIZACIÓN</b>	Este visor permite no solo adentrarse en el mundo virtual con un teléfono móvil, sino que también permite enviar lo que se está viendo a Chromecast y compartirlo con los demás en el televisor. Su diseño sencillo ayuda a que sólo sea necesario insertar el móvil y empezar a disfrutar.	<b>VISUALIZACIÓN</b>	Permite visualizar en un ángulo tan inclinado como se mueva el usuario. Como no cuenta con ningún tipo de correa, el usuario maneja hacia donde ve con sus manos y su cabeza.
<b>COMPATIBILIDAD</b>	Entre los teléfonos compatibles con Daydream se incluyen Google Pixel 2, Google Pixel, Samsung Galaxy S8 y S8+, Samsung Galaxy Note 8, Moto Z y Moto Z2.	<b>COMPATIBILIDAD</b>	Al ser un visor simple, acepta móviles dependiendo del tamaño de su pantalla aceptando desde 4 pulgadas hasta 7 pulgadas (medida en diagonal)
<b>ESPECIFICACIONES</b>	Dimensiones: 167.80 x 117.1 x 100.2 mm (visor) y 105 x 35 x 17 mm (mando) Peso: 261 g (visor) y 40 g (mando)	<b>ESPECIFICACIONES</b>	Elaborado en cartón, plástico ligero y aleación de nylon y ABS <sup>3</sup> . Su precio puede ir desde 10.00\$ (8.80 €) a más de 30.00\$

<sup>3</sup> ABS: también conocido como acrilonitrilo butadieno estireno, es un tipo de plástico con una alta resistencia a los golpes utilizado comúnmente en automoción, industria y productos domésticos.

(26.60 €). Siendo así uno de los más asequibles hasta el momento.

Tabla 1. Imágenes e información: Google Daydream (2019)  
([https://store.google.com/product/google\\_daydream\\_view\\_specs](https://store.google.com/product/google_daydream_view_specs)), Google Cardboard (<https://vr.google.com/cardboard/>)

De todos los antes mencionados es bueno aclarar que el programa Tiltbrush ya se mencionó anteriormente en otro apartado (ver apartado “Realidad Virtual y Realidad Aumentada; diferencias y similitudes”) y aquí sólo se describirán los dos visores de realidad virtual que ofrece actualmente la empresa.

- **SAMSUNG GEAR VR**

Samsung ha desarrollado el Gear VR con mando, potenciado por Oculus. Este dispositivo tiene la facilidad de que permite que 2 usuarios o más puedan “reunirse” con la función de *Party Room*, y de esta manera interactuar con personas, no importa que tan lejos estén. Esta función podría ayudar en un futuro a que las personas puedan tener reuniones de empresa, aunque se encuentren en países distintos.





<b>DISEÑO</b>	Diseñado para adaptarse al rostro de las personas, con una correa que la mantiene segura en su sitio y un marco interior de goma espuma para no lastimar el rostro y evitar que se cuele la luz.
<b>CONTROLES / MANDOS</b>	Admite utilizarlo como control remoto para desplazarse en el entorno virtual o utilizarlo como un mando de juego completo con gatillo. Diseñado para ser utilizado con una mano.
<b>VISUALIZACIÓN</b>	Permite observar en un rango de 101°. Además de que cuenta con un giroscopio y un acelerómetro que permite que las imágenes mantengan su nitidez mientras el usuario mueve la cabeza.
<b>COMPATIBILIDAD</b>	Se puede utilizar un teléfono inteligente con puertos tanto Micro USB como USB tipo C. Este dispositivo solo es compatible con teléfonos de la gama Galaxy, Note y A8 de esta compañía. Además de conexión bluetooth y sistema Android Lolipo 5.0 o posteriores.
<b>ESPECIFICACIONES</b>	Campo de visión: 101° Peso: 345g (gafas), 64,3g (mando, batería y correa incluida) Sensores: Giroscopio y sensor de proximidad. Dimensiones: Visor (207.1 x 120.7 x 98.6 mm) Control (48.1 x 38.2 x 108.1 mm)

Tabla 2 .Imágenes e información (2019): <https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/#gear-vr>

- **HTC VIVE**

Esta compañía taiwanesa ha desarrollado su visor de realidad virtual en 3 versiones, el Vive, Vive Pro y Vive Cosmos; en esta ocasión sólo se detallarán las especificaciones del modelo Vive. Puesto que fue el primero con el que la empresa incursionó en el mercado de los visores, otra de las características de este visor es que a través de la aplicación VIVEPORT tiene acceso al sistema SteamVR, con el cual el usuario tiene a su disposición la mayor biblioteca de juegos y aplicaciones que existe en la actualidad.



<b>DISEÑO</b>	El visor cuenta con correas ajustables y accesorios intercambiables. Cámara enfocada al frente. Ajustes para no maltratar el área alrededor de los ojos. Así mismo un detalle importante, una persona que utilice anteojos por prescripción puede utilizar este visor ya que está diseñado para adaptarse a la mayoría de los diseños de anteojos.
<b>CONTROLES / MANDOS</b>	Diseñado exclusivamente para interacción en un entorno virtual. Control intuitivo y gestual. Retroalimentación háptica <sup>4</sup> realista de alta definición. Además del mando, este visor incluye una serie de aditamentos que permiten disfrutar la experiencia de la realidad virtual completamente inmerso, como son: Audífonos, respaldos para el rostro, entre otros.
<b>VISUALIZACIÓN</b>	Este visor le señala al usuario los límites del área en la que puede moverse para evitar accidentes; micrófono integrado, una resolución de 1080 x 1200 pixeles por cada ojo (2160 x 1200 pixeles combinados); asimismo de ajuste de distancia de los lentes para disminuir el agotamiento ocular. Finalmente, la cámara que enfoca al frente permite tener un pequeño vistazo del mundo real permitiéndole al usuario sentarse o tomarse una bebida.
<b>COMPATIBILIDAD</b>	Su compatibilidad no es como con móviles como los anteriores mencionados, sino con ordenadores con una especificación recomendada de: 4GB de RAM. Tarjeta gráfica NVIDIA Ge Force GTX 1600 equivalente o mejor. Procesador Intel Core i5-4590, equivalentes o mejores Sistema operativo Windows 7, 8.1 o 10.
<b>ESPECIFICACIONES</b>	Este visor permite disfrutar de una experiencia de 360° con un rango de visión sin necesidad de mover la cabeza o los ojos de 110°. El área de la habitación en donde se utilice este visor debe ser de 2 x 1.5 metros a 5 metros máximo entre las estaciones base, las cuales rastrean la habitación y se sincronizan sin cables.

Tabla 3. Imágenes e información (2019): <https://www.vive.com/eu/product/>

- **OCULUS RIFT**

La empresa Oculus cuenta con varios productos en su oferta de visores de realidad virtual como son el modelo Rift, Go y el Gear VR diseñado para Samsung del cual ya se habló anteriormente. Al igual que el resto de los visores mencionados aquí la empresa no se ha quedado atrás en cuanto a la oferta de complementos para una experiencia de realidad virtual óptima, desde servicios de música o audiovisuales, hasta ordenadores personalizados



<sup>4</sup> Háptico, cuyo sinónimo es táctil, que según la RAE significa “que posee cualidades perceptibles por el tacto, o que sugieren tal percepción” (RAE, Real Academia de la Lengua Española, s.f.)

especialmente para contar con la potencia necesaria para permitir que el usuario pueda visualizar e interactuar en un entorno virtual sin dificultades. Como el título lo indica, a continuación, se desglosarán los detalles del visor más reconocido de la empresa, el modelo Rift.

<b>DISEÑO</b>	<b>Un visor ergonómico, liviano y adaptable con auriculares incluidos. No necesita cables.</b>
<b>CONTROLES / MANDOS</b>	Cuenta con dos mandos, uno para cada mano, lo que permite una experiencia intuitiva y la presencia de las dos manos en el entorno virtual, dando la sensación de que las manos virtuales son las propias del usuario.
<b>VISUALIZACIÓN</b>	Cuenta con la tecnología de ASW ( <i>Asynchronous Space Warp</i> ) Deformación Espacial Asíncrona en español, la cual hace posible generar una experiencia de realidad virtual en alta definición adaptado a los diferentes espectros de configuración de ordenadores.
<b>COMPATIBILIDAD</b>	Este visor, al igual que el HTC Vive sólo se puede utilizar con un ordenador, por lo cual, los requisitos recomendados para una mejor experiencia son los siguientes: Tarjeta gráfica NVIDIA GTX 1060 equivalente o mejor. Procesador Intel i5 – 4590 equivalente o mejor. Memoria RAM de 8GB Sistema operativo Windows 10.
<b>ESPECIFICACIONES</b>	Además de los mandos, cuenta con dos sensores que rastrean una constelación de luces LED para transmitir los movimientos del usuario al entorno virtual tanto si este se encuentra sentado o de pie.

Tabla 4 Imágenes e información (2019) : <https://www.oculus.com/rift/>

- **MIRAGE BY LENOVO**

La empresa Lenovo, la cual es conocida por sus ordenadores, ha incursionado en el negocio de la realidad virtual trayendo al mercado su visor llamado MIRAGE y su cámara mencionada anteriormente, la Cámara VR180 la cual se comercializa con Google.



<b>DISEÑO</b>	Diseñado para no necesitar cables, dándole libertad al usuario. Diseñada con un peso balanceado para lograr que utilizarlo por largos períodos de tiempo no sea incómodo. No necesita complementarse con ordenadores, o teléfonos móviles. Además de que su tecnología desarrollada por Google llamada WorldSense permite que el usuario tenga libertad de movimiento sin la necesidad de sensores externos.
<b>CONTROLES / MANDOS</b>	No cuenta con mandos.
<b>VISUALIZACIÓN</b>	Cuenta con un campo de visión de 110 grados, uno de los más amplios de su categoría, además de contar con una pantalla de ultra alta resolución, además de contar con una tecnología de avanzada con una pantalla de visualización de realidad virtual LCD la cual renderiza con gran calidad, diseñada exclusivamente para utilizar Daydream.
<b>COMPATIBILIDAD</b>	Cuenta con acceso a más de 250 aplicaciones diseñadas para utilizarse a través del sistema Daydream.
<b>ESPECIFICACIONES</b>	Está equipada con una batería con una duración de 2.5 horas de uso antes de necesitar recargar su batería. Equipada con un procesador Qualcomm® Snapdragon™ 835. Memoria RAM DE 4GB.

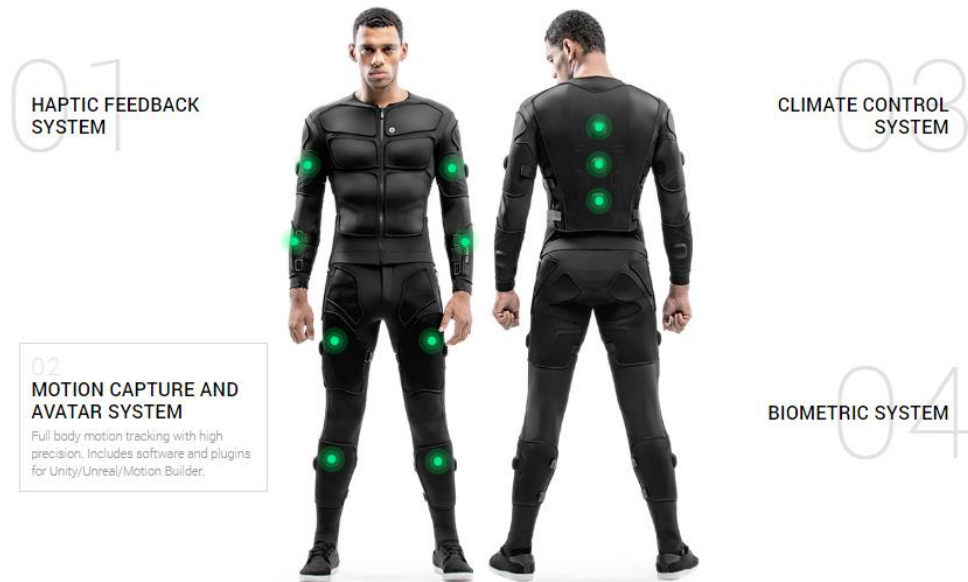
Tabla 5 . Imágenes e información (2019): <https://www.lenovo.com/us/en/daydreamvr/>

- **TESLA SUIT**

Esta compañía estadounidense ha desarrollado el primer traje totalmente integrado con retroalimentación háptica, captura de movimiento, control climático y sistema de retroalimentación biomecánico. A continuación, se describen las 4 funciones que componen este moderno traje.



1. **RETROALIMENTACIÓN HÁPTICA:** Transmite sensaciones exactas desde entornos de realidad virtual, realidad aumentada y realidad mixta a través de estimulación eléctrica. Este traje incluye una librería de efectos y un software para crear efectos personalizados. (TESLASUIT, 2019)



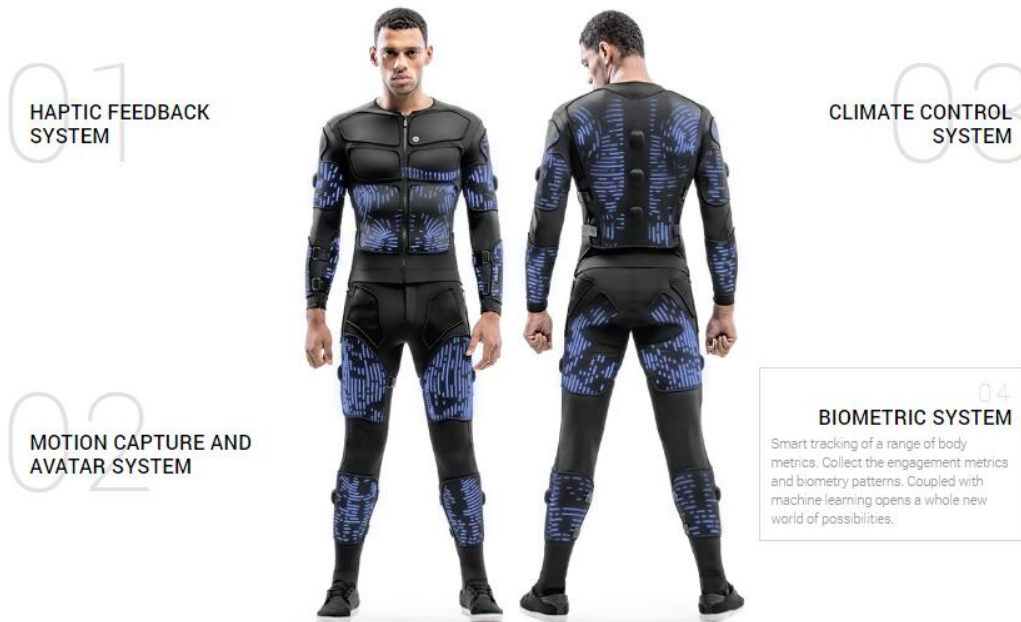
5\*

2. **CAPTURA DE MOVIMIENTO Y SISTEMA DE AVATAR:** Rastreo del movimiento completo del cuerpo con alta precisión. Incluye softwares y complementos para los programas Unity, Unreal y Motion Building (TESLASUIT, 2019). Esta función permite recopilar información de movimientos corporales lo cual ayuda a que los personajes humanoides o no, tengan un movimiento lo más natural posible.



<sup>5</sup> Todas las imágenes del Tesla Suit provienen de la web: <https://teslasuit.io>

3. SISTEMA DE CONTROL DE CLIMA: La persona podría sentir los cambios de temperatura y experimentan las sensaciones de frío y calor en entornos digitales. (TESLASUIT, 2019)



4. SISTEMA BIOMETRICO: Rastreo inteligente de un rango de mediciones. Recolecta las mediciones de acciones y patrones biométricos. Emparejados con aprendizaje automático se abre un nuevo mundo de posibilidades. De esta manera se puede conocer como diversas actividades o acciones influyen en el cuerpo humano. (TESLASUIT, 2019)

- **SENTIOVR**

Algo tan sencillo como un Plug in<sup>6</sup>, permite que el usuario pueda transformar sus modelos tridimensionales elaborados con Revit o Sketchup en entornos virtuales, para poder recorrerlos utilizando el visor Oculus Go.

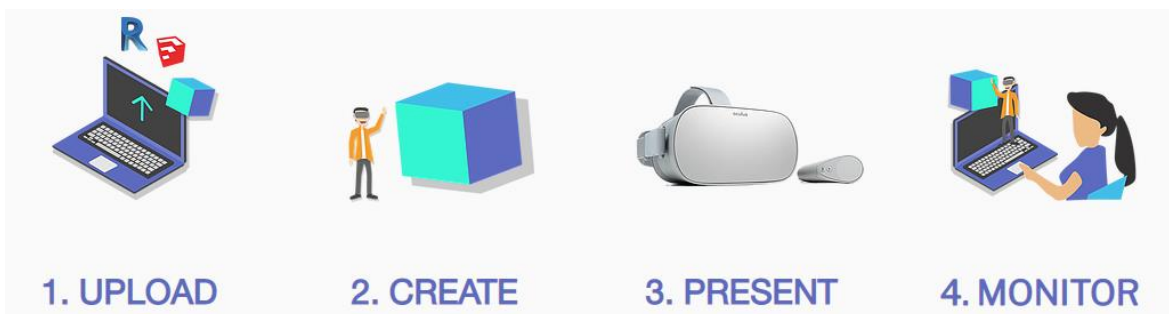


Ilustración 27. Esquema de funcionamiento del sistema SentioVR. (2019). Recuperado de: <https://www.sentiovr.com>

<sup>6</sup> **Plug in:** Es un anglicismo que de acuerdo con (Perez Porto & Merino, 2013) : *Un plugin es aquella aplicación que, en un programa informático, añade una funcionalidad adicional o una nueva característica al software. En nuestro idioma, por lo tanto, puede nombrarse al plugin como un complemento.*

1. UPLOAD (Añadir): Añade renders de 360° exportados desde modelos 3D.
2. CREATE (Crear): Crear recorridos e interacciones
3. PRESENT (Presentar): Presentar los proyectos utilizando dispositivos como Oculus Go.
4. MONITOR (Monitorear): Ver lo que ven los clientes ven en tiempo real en una pantalla bidimensional.

Como análisis concluyente, tanto el Google Daydream como el Samsung VR permiten disfrutar de la realidad virtual ayudado de un teléfono móvil, sin embargo, los dispositivos como Oculus Rift y el HTC vive no necesitan de un teléfono, sino que funcionan por ellas mismas, por lo que obviamente el precio es mucho más elevado. Lo cual nos deja claro que si la empresa decide invertir en un visor debe tomar en cuenta tanto el precio como si funciona con un teléfono móvil o no, puesto que esto último determinará la calidad de la experiencia.

Finalmente, de acuerdo con una investigación realizada por (Barnes, 2016) *“El costo de las simulaciones de la tienda de realidad virtual para la investigación de mercado comienza en aproximadamente \$ 30,000, llegando a más de \$ 1 millón.*

*VR es utilizado por compañías como Nestlé, Unilever y Cadbury, y ha permitido un mejor diseño de estantería, precios y mayores ventas (Rutgers Online 2014). Las interacciones en el mundo se pueden capturar a través de funciones como el tiempo de visualización, la navegación de la tienda y la interacción del producto para obtener comentarios de los clientes sobre los diseños o productos de la tienda. La realidad virtual puede proporcionar información más realista, precisa y holística sobre la navegación, el diseño, el color y la gama de productos. Otras aplicaciones potenciales de VR en la investigación de mercado incluyen pruebas de nuevos conceptos de producto, pruebas de modelos de experiencia del cliente y precios de optimización de menú (Brooks 2015).* “ Algo que también vale la pena mencionar es la aplicación de herramientas de



de realidad virtual en la medicina con aportes como la colaboración realizada por el MIT AI Lab<sup>7</sup> y el Laboratorio de Planificación Quirúrgica de las Mujeres de Estados Unidos en el cual se han realizado pruebas con un simulador virtual para cirugía hepática (Pérez, 2011); esto es una muestra final de que no la realidad virtual no sólo ayuda en las ventas, sino también en el campo de las ciencias y la investigación.

*Fotografía 21. Ejemplo de un estudiante realizando pruebas con un simulador virtual para cirugía hepática. Fuente: (Pérez, 2011)*

<sup>7</sup> Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachussets

## 3.7 Human-Computer Interaction (HCI)

De acuerdo con (Marcos, 2001) *“la HCI se ocupa de estudiar la creación de productos informáticos que ayuden en la realización de tareas a sus usuarios atendiendo a la facilidad de uso, al tiempo de ejecución, a la evitación de los posibles errores y, en consecuencia, a su satisfacción.”* Básicamente su razón de ser es el estudio y diseño de interfaces para la interacción entre el hombre y la máquina, la cual también se conoce como interfaz de usuario.

Mari Carmen Matos, autora del artículo citado arriba resalta la diferencia al hablar de dialogo e interacción al referirse a cuando una persona y una computadora intercambian información, puesto que un ejemplo claro sería que las personas podemos entender una frase con errores gramaticales o una palabra mal pronunciada, sin embargo un ordenador no, lo cual demuestra claramente como la interacción y el dialogo entre personas es de un tipo y el que se genera entre una persona y una computadora es distinto y debe ser más exacto .

Otro de los puntos que Matos menciona, en este caso citando a Paul Booth en su artículo del 1989 *An introduction to human-computer interaction* (Una introducción a la interacción humano-computadora) son los aspectos que estudia la Interacción Humano-Computadora, los cuales aconseja que se deben tomar en cuenta al momento de diseñar una buena interfaz de usuario, dichos puntos son los siguientes:

- El hardware y el software y cómo afectan a la interacción.
- Los modelos mentales de los usuarios frente al modelo de la máquina.
- Las tareas que desempeña el sistema y su adaptación a las necesidades del usuario.
- El diseño, que debe estar dirigido al usuario y no a la máquina (*user-centred design*).
- El impacto organizacional, que deberá ser positivo.

Este campo de estudio es interdisciplinar porque al encargarse de facilitar la comunicación entre el usuario y el ordenador, esto abarca cualquier campo de estudio/trabajo en el que las personas necesiten utilizar un ordenador; incluso también toma en cuenta la psicología junto a la informática pues la interacción de las dos viene siendo como los representantes de los interlocutores que intentan comunicarse siendo uno imperfecto (la persona) y el otro que no admite errores en su código de programador (el ordenador).

Los campos de acción de la HCI abarcan una serie de campos de estudios:

- Informática
- Ingeniería y diseño
- Psicología cognitiva
- Ciencias Sociales
- Ergonomía
- Lingüística



Finalmente, pero siendo el más relevante de todos en este momento, es la Inteligencia Artificial (AI) la cual se relaciona directamente con el desarrollo de la realidad virtual y aumentada. La inteligencia artificial cuenta con los aportes de Alan Turing, como lo explica Mari Carmen Marcos (Marcos, 2001) *“uno de los principales responsables de los inicios de la IA, en su artículo “Computing machinery and intelligence” (1950) (Inteligencia y Computación de la maquinaria de las claves de esta nueva disciplina. Su propuesta, conocida como “la prueba de Turing”, consiste en mantener una conversación entre un hombre y una máquina a través del ordenador e intentar detectar cuándo contesta el hombre y cuándo la máquina; el ordenador que consiga hacer creer al hombre que se trata de otra persona será realmente un ordenador “inteligente”, ya que ha podido entablar una conversación de tipo humano.”*

Todo este tema de HCI se trae a colación porque es necesario entender que más allá de la interacción del usuario/cliente con el espacio virtual; existe un intercambio de datos en segundo plano, puesto que los comandos que introduce el usuario al interactuar en el espacio virtual son mensajes que el sistema debe entender para reaccionar de manera correcta y que asimismo la experiencia del usuario sea placentera.

## 4 GAME ENGINE

Según (Al-Najdawi, 2007) *“aunque el termino Game Engine ( Motor de Juego de ahora en adelante) , se utilizó por primera vez en la década de 1990, hay algunos sistemas anteriores en la década de 1980 que también se consideran motores de juegos, como los sistemas AGI y SCI de Sierra Enterteinment, el sistema SCUMM de LucasArts y el motor Freescape de Incentive software. Sin embargo, a diferencia de la mayoría de los motores de juegos modernos, estos motores de juegos nunca fueron utilizados en productos de terceros. Juegos posteriores, como Quake III Arena y Unreal, el programa creado por Epic Games en 1998, fueron diseñados con este enfoque en mente, con el motor y el contenido desarrollado por separado. Por lo menos, los motores reutilizables hacen que el desarrollo de secuelas de juego más rápido y fácil, que es una ventaja valiosa en la industria del juego de ordenador competitivo”.*

De esta manera se puede observar que el termino de Motor de Juego se comenzó a implementar en la época en que empezó a evolucionar con mayor rapidez el mundo de los videojuegos y en donde se comercializaban secuelas de éstos, costumbre que se mantiene hasta la actualidad. Este esbozo de historia se trae a colación para entender mejor como lo que ahora son parte de las herramientas utilizadas para presentar un producto inmobiliario tuvieron un origen donde sólo se utilizaba para el entretenimiento, sin embargo, ahora abarcan el marketing, la construcción, la medicina entre otros ámbitos.

Un motor de juego según (Al-Najdawi, 2007) es *“el componente central de un videojuego u otra aplicación interactiva con gráficos en tiempo real. Los motores de juego proporcionan la*

*tecnología fundamental, simplifican el desarrollo y, a menudo, permiten que el juego se ejecute en varias plataformas, como ordenadores de sobremesa y consolas de videojuegos. Un motor de juego se puede ver como una colección integrada de varios módulos que juntos ejecutan el videojuego.”* Así mismo estos módulos son los que permiten que el Motor de Juego funcione de manera adecuada:

- Gráficos para 2D y 3D.
- Detector de colisiones.
- De salida y entradas.
- De Inteligencia Artificial.
- De redes.
- De base de datos.
- De Interfaz Gráfica de Usuario.

## 4.1 El motor de juego como base de desarrollo de Realidad Virtual.

Antes de explicar como el Motor de Juegos funciona como base para el desarrollo del uso de la realidad virtual en el mercado inmobiliario es importante destacar la diferencia entre un **motor de juegos** y un **motor de Realidad Virtual** como lo explica (Al-Najdawi, 2007) :

- *Los motores de juego tienen más efectos visuales y un flujo de trabajo más fácil que los VR engines.*
- *Los costos de los motores de juego son generalmente mucho más bajos que los motores VR.*
- *La calidad y usabilidad de los motores de juego supera la de las mejores herramientas de realidad virtual.*
- *El rápido desarrollo de los motores de juegos supera el desarrollo de la realidad virtual.*
- *Con el juego de código multijugador optimizado ahora es posible crear una presentación, y hospedar un servidor en línea. Por lo tanto, muchas personas pueden entonces iniciar sesión y experimentar no sólo la presentación arquitectónica de un nuevo edificio, sino también la interacción de muchas personas en este mundo.*
- *A medida que los motores de juego y sus herramientas maduran, es cada vez más fácil hacer presentaciones.”*

Luego de conocer las diferencias es momento de definir un motor de juegos o *game engine* es un programa diseñado para la creación y perfeccionamiento de videojuegos y no sólo eso, sino también entornos virtuales con finalidades comerciales o educativas para ordenadores, teléfonos

moviles o consolas, e incluso para visores de realidad virtual o aumentada. Como su nombre lo indica, este programa provee las herramientas necesarias para desarrollar un proyecto virtual.

Existen una gran cantidad de motores de juego en el mercado; los cuales podrían clasificarse de dos maneras:

1. Por accesibilidad económica: puesto que existen tanto **gratis completamente** desarrollado por programadores que ofrecen sin pedir nada a cambio, códigos que permiten crear videojuegos. Y los que solo se pueden adquirir **comprándolos** o en circunstancias específicas, como ser estudiante lo cual no lo hace gratis, puesto que el que se les facilita a los estudiantes no suele tener todas las funciones del que se compra.
2. Los que permiten desarrollar videojuegos o entornos virtuales en 2D y en 3D.
  - o Alguno de los que permiten crear entornos 2D es el software gratuito de código abierto OpenFL y RPG Maker; este último es de pago, en estos programas se podrían desarrollar videojuegos concidos como *Side Scroll*, ejemplo de esto son juegos como Mega Man Zero o Super Mario World.



Ilustración 28. Clip del juego Suoer Mario World en el que todo el tiempo el personaje principal llamado Mario, se desplaza por este mundo virtual visto en 2D. (1990) Recopilado de: <https://www.nintendo.es/Juegos/Super-Nintendo/Super-Mario-World-752133.html>



Ilustración 29. Clip del juego Mega Man Zero 1 el cual tiene la misma mecánica que Super Mario Word, con movimientos y desarrollo de la partida en entornos 2D. (2002) Recopilado de: <https://video-streaming.orange.fr>

- Los que permiten desarrollar entornos 3D más conocidos son Unity y Unreal Engine, los cuales, aunque cuentan con versiones de pago, también ofrecen facilidades para los estudiantes. Uno de los juegos creados con el programa Unity es **CUPHEAD**, galardonado como Mejor Juego Independiente en la entrega del año 2018 de *The Game Awards*, desarrollado por el estudio MDHR para la consola Xbox 360 y para ordenadores a través de Steam. Finalmente, el sistema Unreal tiene en su portafolio juegos como Street Fighter V o Fornite, este último desarrollado para las consolas Play Station, Xbox, Nintendo Switch además de teléfonos móviles con sistema operativo tanto Android como IOs y para ordenadores; dichos juegos pertenecen a la compañía Epic Games.

Ilustración 30. Clip del juego CUPHEAD el cual, aunque parece bidimensional, al jugarlo se observan características tridimensionales puesto que los personajes se mueven en todas las direcciones. (2017)  
 Recopilado de:  
<https://store.steampowered.com/app/268910/Cuphead/>

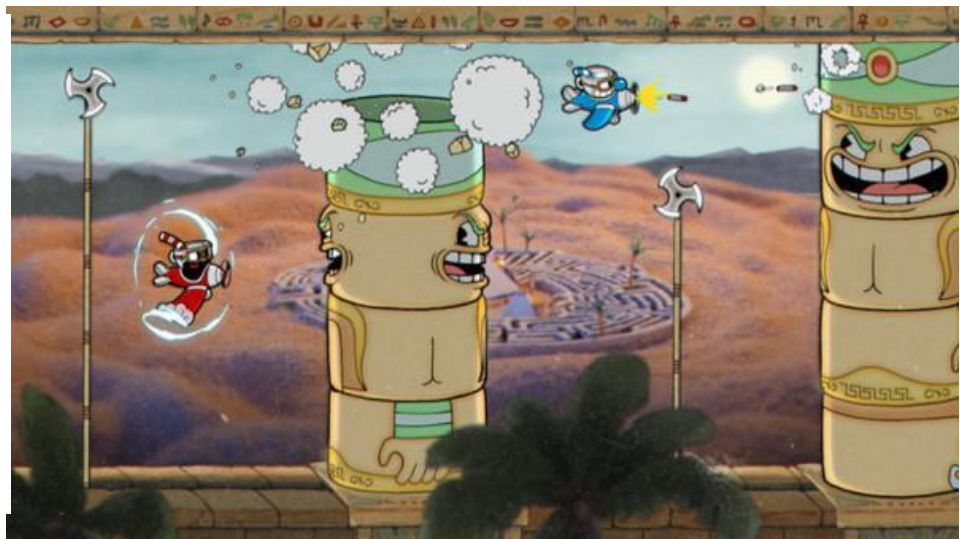


Ilustración 31. Poster promocional que muestra personajes y actividades que se realizan en Fortnite como lanzarse desde un autobús volador o detonar explosiones para ganar batallas, con un entorno totalmente tridimensional (2019). Recopilado de:  
<https://www.flickr.com/photos/bagogames/36380092423/in/photostream/>

Finalmente cabe aclarar que para lograr que un ambiente virtual se vea realista, es necesario no solo diseñar el entorno con elementos con características y escalas realistas, luego asegurarse que los materiales sean los adecuados, finalmente la iluminación, la cual juega un papel muy importante puesto que, si los reflejos y sombras que genera no cumplen las leyes de la óptica y la reflexión de esta en los objetos dependiendo de sus características, todo se vería falso y o forzado. También es importante destacar que el contorno de los objetos es primordial que no resalten como tal, sino que sean parte de estos, como funciona en el mundo real.

## 4.2 Últimas tendencias en las demandas del cliente

De acuerdo con un estudio realizado por la empresa Ericsson para su *10 Hot Consumer Trends 2019* (Ericsson, 2019) en donde esta analiza las 10 tendencias de consumo en cuanto a productos electrónicos de todo tipo, que ejercen mayor influencia en las personas actualmente. Los puntos 5 y 9 de este reporte tienen que ver directamente con la interacción de los usuarios con entornos virtuales.

A continuación, se enlistan todos los puntos de este reporte, solo desglosando los 2 puntos que interesan.

1. Despreocupada: Tu dispositivo pronto te conocerá más de lo que conoces a tus dispositivos.
2. Peleas Inteligentes: Los asistentes virtuales podrían discutir como lo hacen los miembros de las familias.
3. Aplicaciones espía: Podrían sentir que las aplicaciones que utilizan los están espiando constantemente.
4. Acuerdos impuestos: Clickear SI a “permitir cookies” se ha vuelto un pasatiempo forzado.
5. **Internet de las habilidades: Usando VR/AR:**

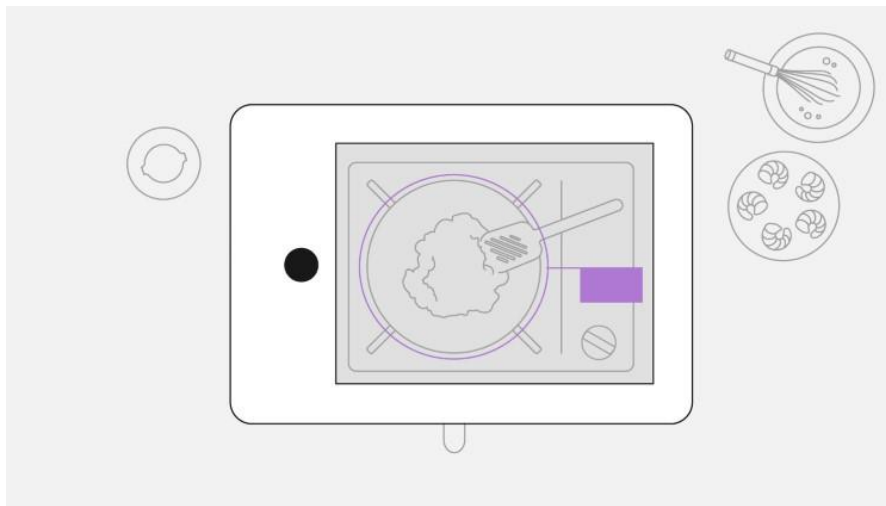
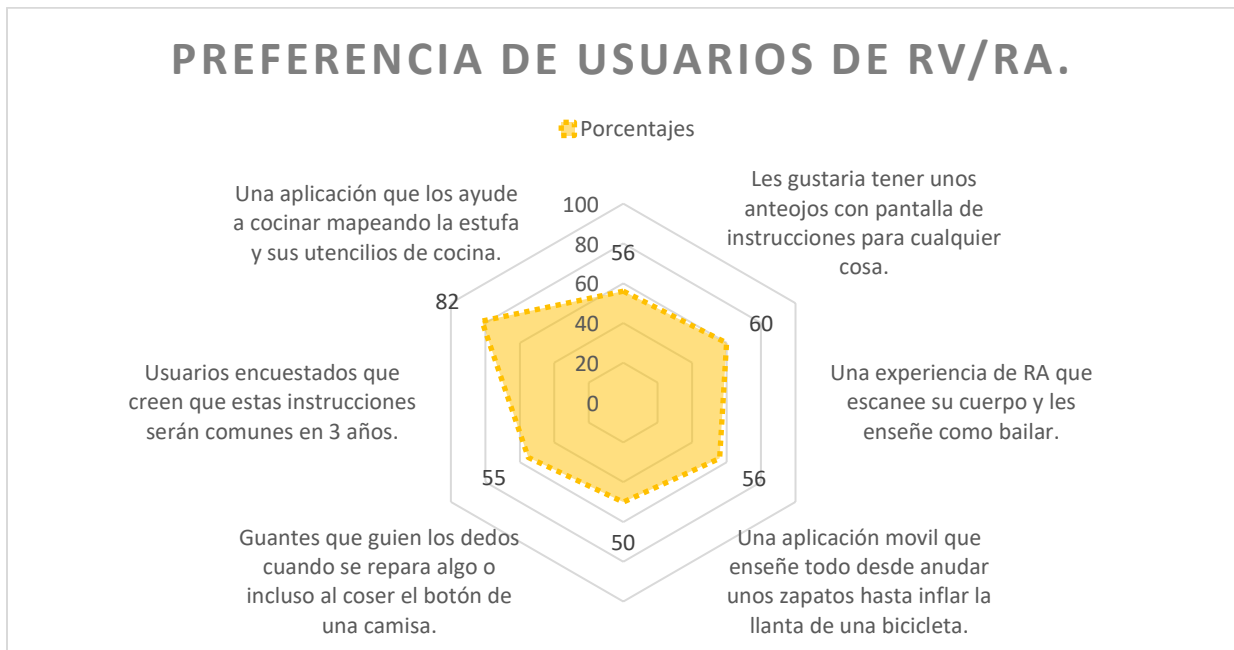


Ilustración 32. Recopilado de: <https://www.ericsson.com>. (2019).

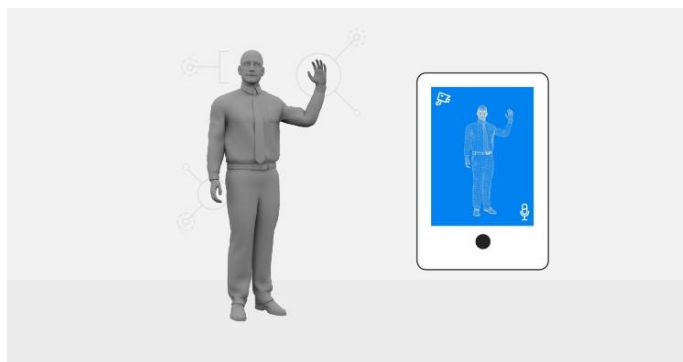
Las personas encuestadas dijeron que su vida diaria es más complicada cuando no cuentan con una aplicación que los ayude a desarrollar una actividad. Por lo cual expresaron que les sería útil tener aplicaciones interactivas que les faciliten actividades diarias como cocinar.



Gráfica 8. Que quieren los usuarios de Realidad Virtual/ Realidad Aumentada encuestados por la empresa Ericsson.(2019) Recopilado de: <https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019#trend9mydigitaltwin>

6. Consumo “Zero Touch”: A los usuarios de asistentes virtuales les gustaría automatizar completamente aspectos aburridos del consumo, como pagar las facturas.
7. Obesidad Mental: La automatización de decisiones podría volvernos mentalmente perezosos.
8. ECO yo: Autoconocimiento ahora significa minimizar el impacto ambiental personal.
9. **Mi gemelo virtual: Los avatares nos permitirán estar en dos lugares al mismo tiempo:**

Uno de los usos que les dan las personas a los avances en la realidad virtual y aumentada es superar la limitación física de estar en dos lugares al mismo tiempo. De este modo podrían ser “sustituídos” temporalmente por un avatar que se encargue de representarlos en una

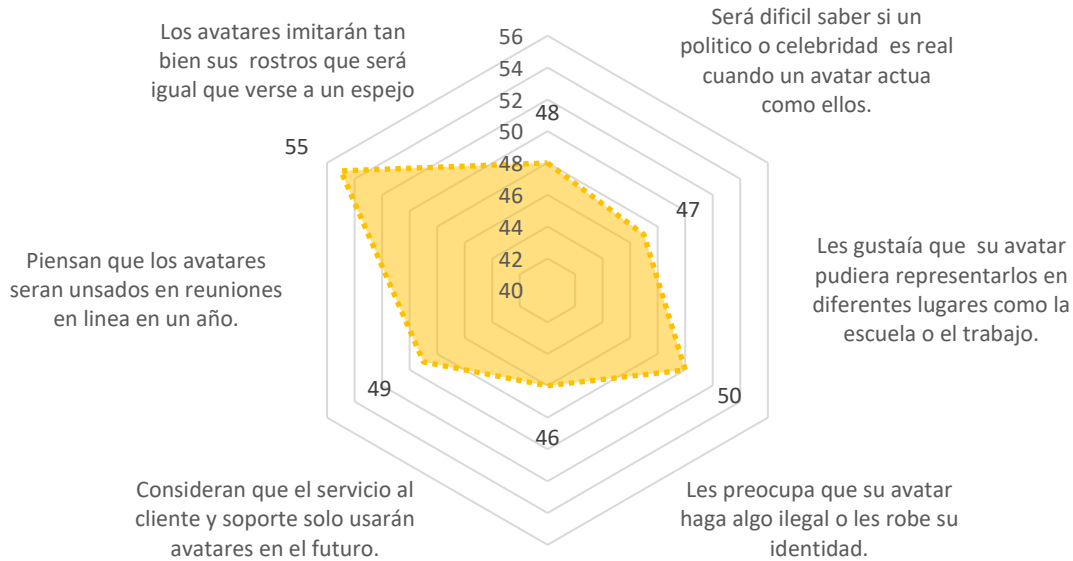


determinada situación como el trabajo, la escuela o algún evento social. A pesar de los beneficios, también cabe destacar de que hubo usuarios que se notaban preocupados por la posibilidad de que en un futuro la imagen de su avatar fuese tan exacta que lo suplantara y le causara problemas e incluso cometiera un delito.

Ilustración 33. Recopilado de: <https://www.ericsson.com>. (2019)

## OPINIONES DE USUARIOS DE RV/RA.

Porcentajes

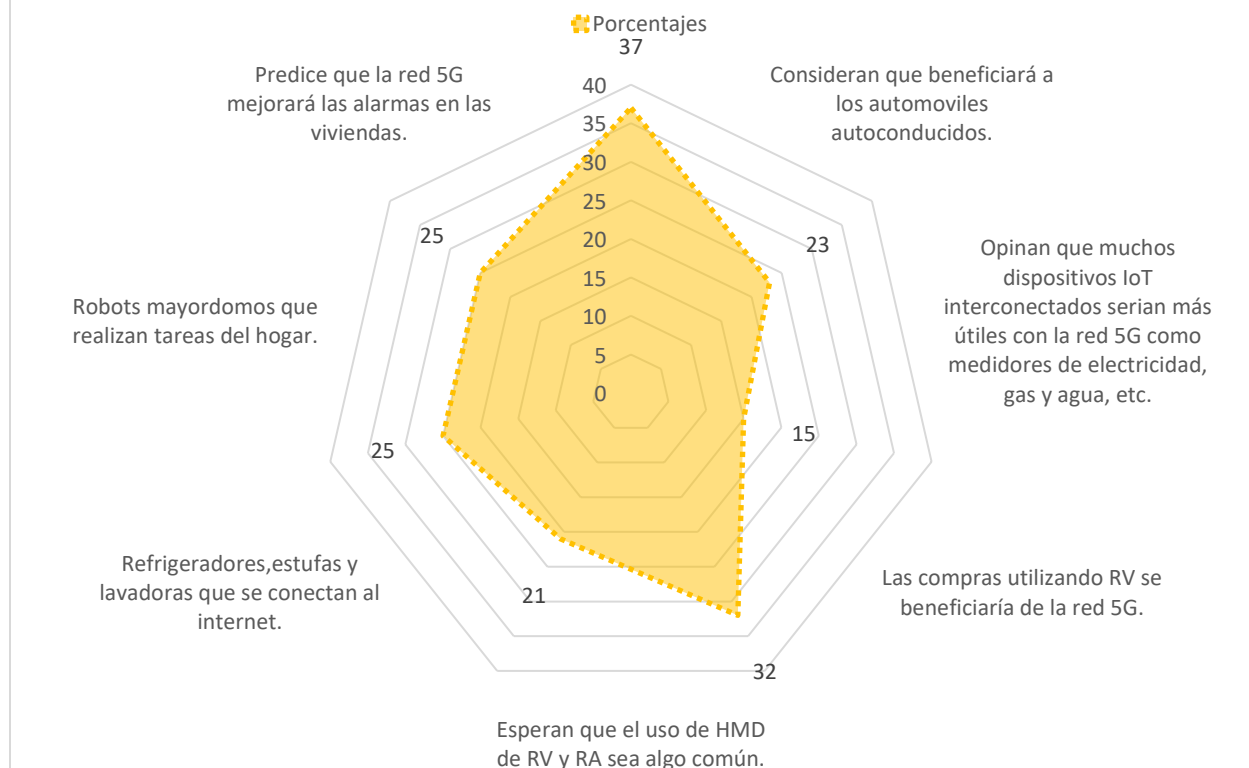


Gráfica 9: Opinión de los usuarios de Realidad Virtual/ Realidad Aumentada encuestados por la empresa Ericsson.(2019)  
 Recopilado de: <https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019#trend9mydigitaltwin>

### 10. La Red 5G automatiza la sociedad: Los usuarios de teléfonos inteligentes del mundo esperan que la red 5G tenga un gran impacto en las infraestructuras sociales de internet.

**Usuarios de teléfonos inteligentes de alrededor de 50 países tienen altas expectativas de automatizar muchas áreas de su vida diaria** (Ericsson, 2019). Este último punto debe ser de interés para quienes invierten en las tecnologías de realidad virtual y aumentada, puesto que en ocasiones es primordial contar con una conexión a internet excelente para que la calidad de la experiencia sea óptima.

## OPINIONES DE USUARIOS DE RV/RA SOBRE QUIENES SE BENEFICIARÍAN DE LA RED 5G.



Gráfica 10. Opinión sobre el uso de la red 5G por los usuarios de Realidad Virtual/ Realidad Aumentada encuestados por la empresa Ericsson. (2019). Recopilado de: <https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019#trend9mydigitaltwin>

Estos puntos analizados por las encuestas realizadas por esta empresa demuestran el entusiasmo y a la vez, la preocupación de los usuarios de estas tecnologías. Lo cual se puede traducir en incertidumbre, puesto que los cambios futuros en las tecnologías pueden ser tanto para beneficio como perjuicio de las personas. Pero eso solo se sabrá sobre la marcha, por ahora lo importante es irse adaptando y creciendo con los cambios tecnológicos actuales y mantenerse al día para poder ofrecerle a los clientes la mejor calidad.



## 5 PROPUESTA DE APP.

### 5.1 Desarrollo de aplicación de Realidad Virtual

Inmobiliaria utilizando Unreal Engine 4 y estrategias de implementación de dicha aplicación.



Se ha determinado que para desarrollar una aplicación de este tipo es primordial contar con un plan compuesto por una serie de pasos que guíen el proceso de manera ordenada. Dichos pasos se han inspirado en la metodología citada en el artículo presentado por (Cantón Enríquez, Arrellano Pimentel, Hernández López, & Nieva García, 17) del cual se inspira la metodología utilizada en el presente trabajo, para la investigación y desarrollo de la app de realidad virtual ; pretende ordenar los pasos que componen *El Ciclo de la Vida Del Desarrollo de un Sistema* el cual a su vez se adaptó del libro de (Kendall & Kendall, 2008) puesto que su

aplicación es relativamente parecida al ser el desarrollo de una aplicación de realidad virtual inmersiva solo que en ese caso era para la inspección de aerogeneradores.

*Gráfica 11. Ciclo de vida del desarrollo de sistemas y el desarrollo basados en componentes (Kendall & Kendall, 2008)*

Y cada uno de estos pasos se adaptó al proceso de desarrollo de la aplicación aquí descrita:

- 1) **Las empresas inmobiliarias** utilizan imágenes estáticas, fotografías panorámicas y videos como único atractivo de marketing actualmente; sin embargo, existe el nicho de mercado que aún no se aprovecha lo suficiente, del uso de verdadera realidad virtual inmersiva por lo que ésta es la oportunidad de desarrollar y ofrecer un producto novedoso e interactivo. Además de que no tiene servicio postventa, y resulta más rápido y económico que la construcción de un piso piloto.

- 2) **Aquí se determina qué información se necesita para desarrollar la solución identificada en el punto 1; la cual es desarrollar una aplicación virtual que le permita al cliente un recorrido inmersivo dentro del inmueble que piensa adquirir. Dicha información es:**

Poseer conocimientos sobre realidad virtual y sus relacionados, manejar programas de modelado tridimensional, entender el funcionamiento mercado inmobiliario, conocer de arquitectura y construcción.

- 3) **Investigar, qué herramientas son necesarias para llevar a cabo las conclusiones del punto 1 y 2; siempre y cuando la prioridad sea que el usuario esté inmerso en un entorno virtual:**

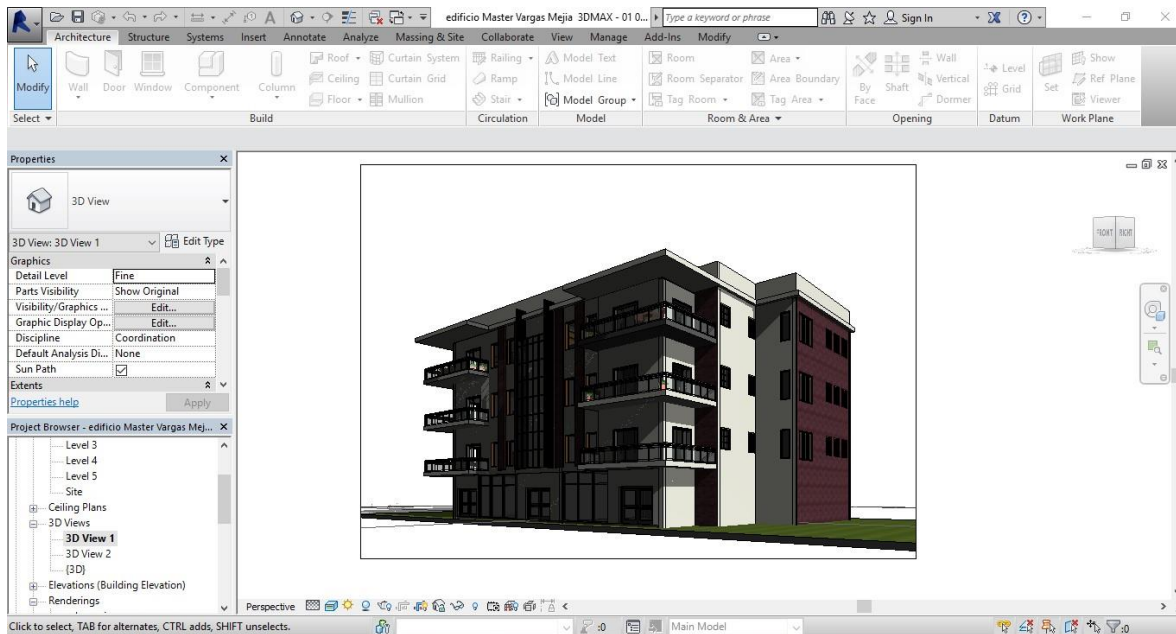
Aquí se determinó que por motivos económicos la opción menos costosa es desarrollar la aplicación para teléfonos móviles como se pudo observar en apartados anteriores donde se desglosan las opciones de visores que ofrece el mercado actualmente, de esta manera se gastaría como mucho 30 euros por un visor. Tomando en cuenta que la mayoría de los futuros clientes poseen un teléfono móvil de gama media o alta. Un ejemplo sería el Google Cardboard, es una opción económica, sin embargo, para conseguir la mayor inmersión posible se recomienda el Oculus Rift a pesar de su precio relativamente elevado, es una inversión mínima para una empresa la cual se amortizaría a corto plazo.

- 4) **Definir la lógica del sistema que resultará de la integración de los softwares y hardware escogidos.**

Para este proceso se procedió a utilizar dos programas de diseño que complementan el proceso que finaliza con el software Unreal Engine. Comenzando con el modelado del edificio en Autodesk Revit 2016 para tener un control de las dimensiones de los espacios y de que la estructura del edificio sea la adecuada.

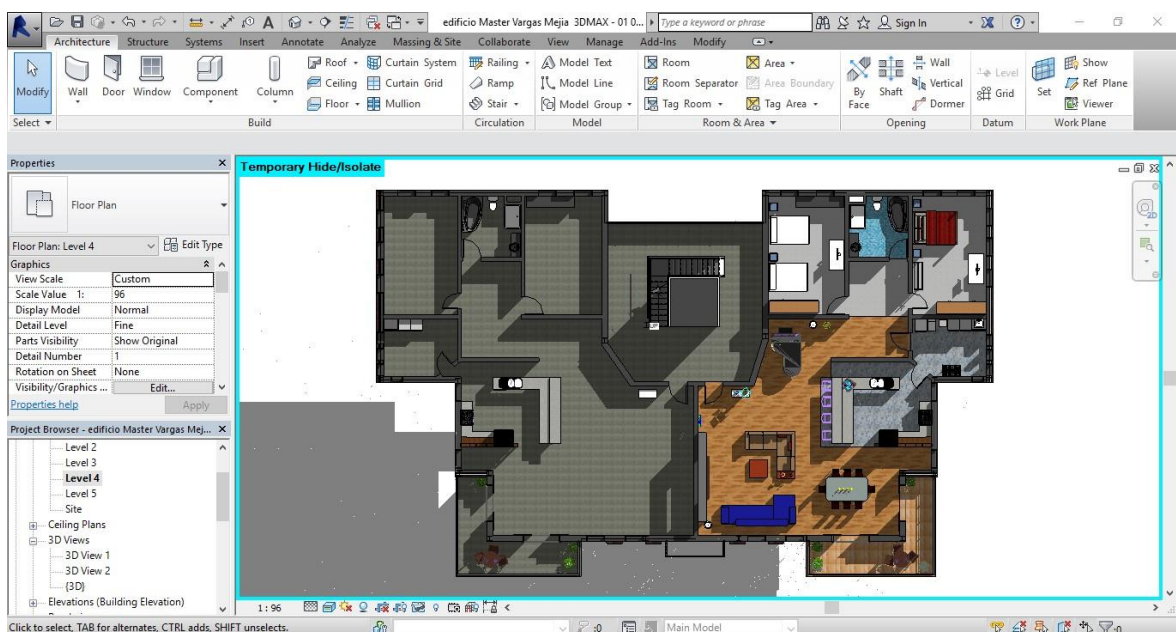


*Fotografía 22. Render del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk. (2019). Elaboración propia.*



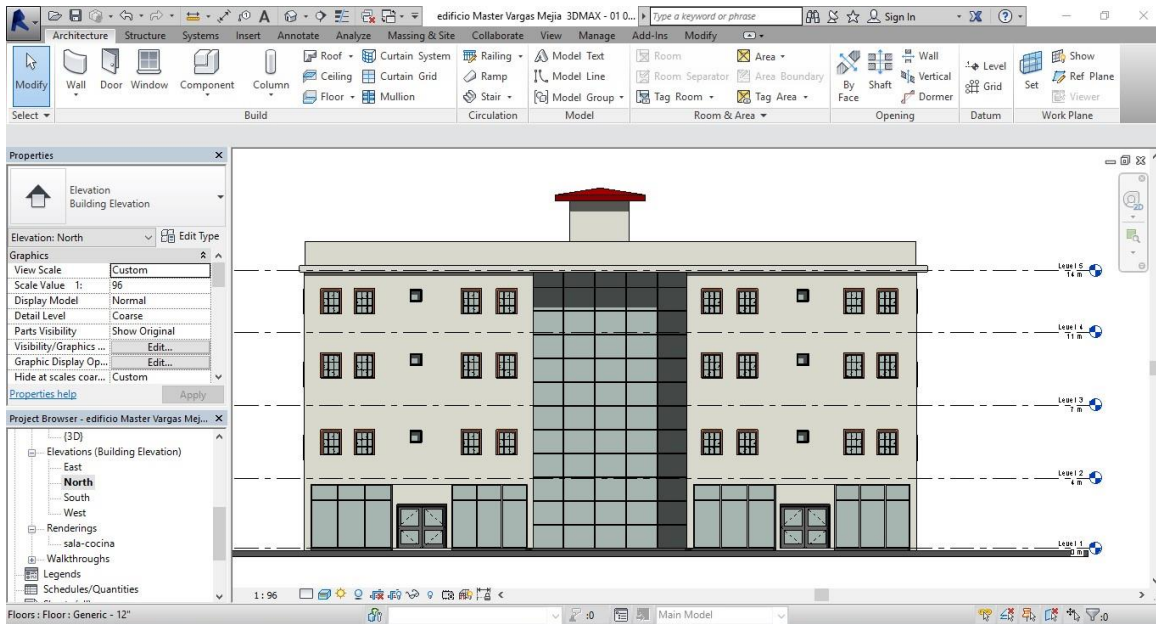
Fotografía 23. Vista del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk. (2019). Elaboración propia.

Se diseñó un edificio de estilo minimalista y relativamente pequeño de 6 viviendas en las plantas superiores y locales comerciales en planta baja. Para este trabajo se amuebló completamente la vivienda número 6 de la parte izquierda en la 3ra planta, puesto que los pisos se repiten con ver uno solo de los mismos, es como verlos todos.



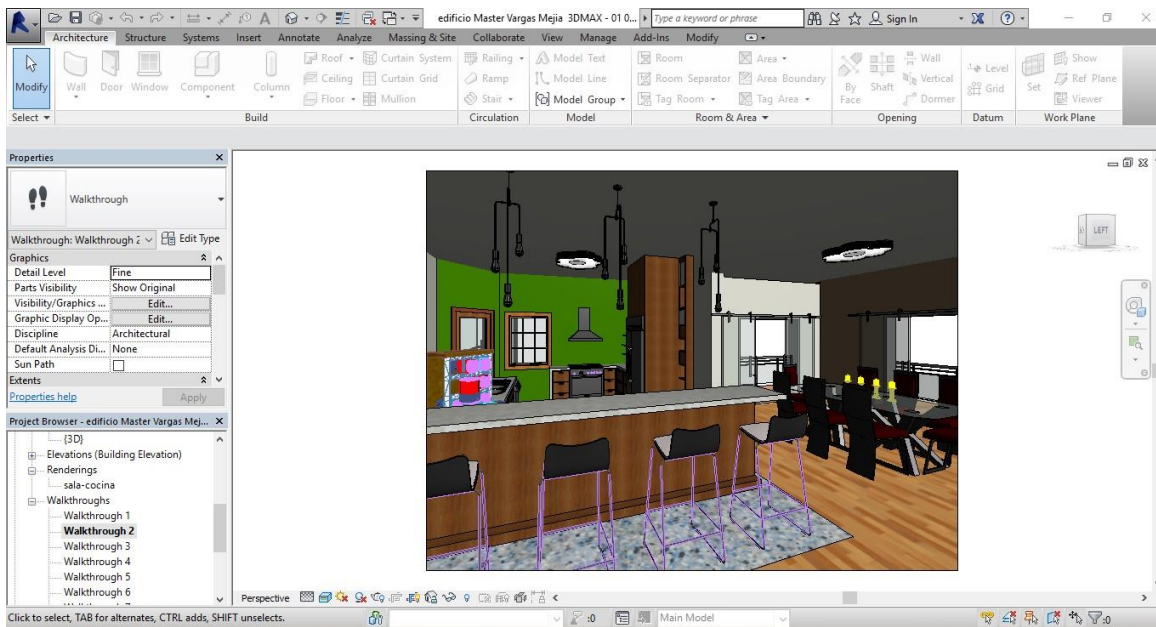
Fotografía 24. Vista de la planta modelo del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk. (2019) Elaboración propia.

Cuenta con una escalera de acceso y un ascensor que dan a un pequeño espacio que permite circular hacia las viviendas o hacia el ventanal de cristal de la parte posterior del edificio



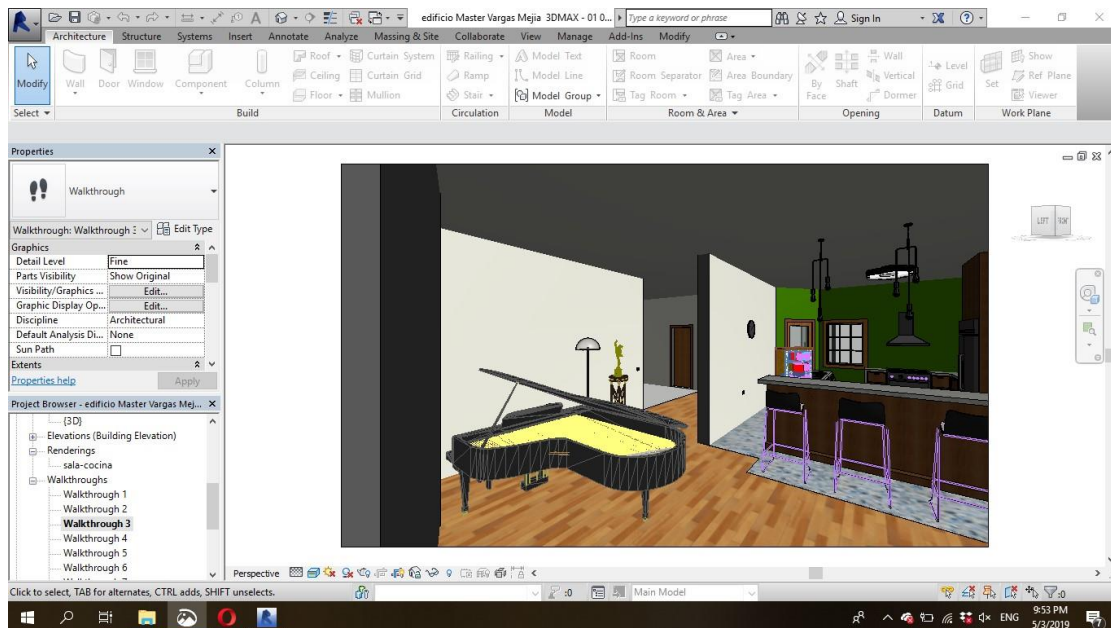
Fotografía 25. Vista de la fachada posterior del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk (2019). Elaboración propia.

En cuanto al interior cuenta con un espacio abierto en donde se comparte la cocina con encimera y el comedor, pasando por el salón de estar permitiendo así tener un espacio abierto e iluminado.



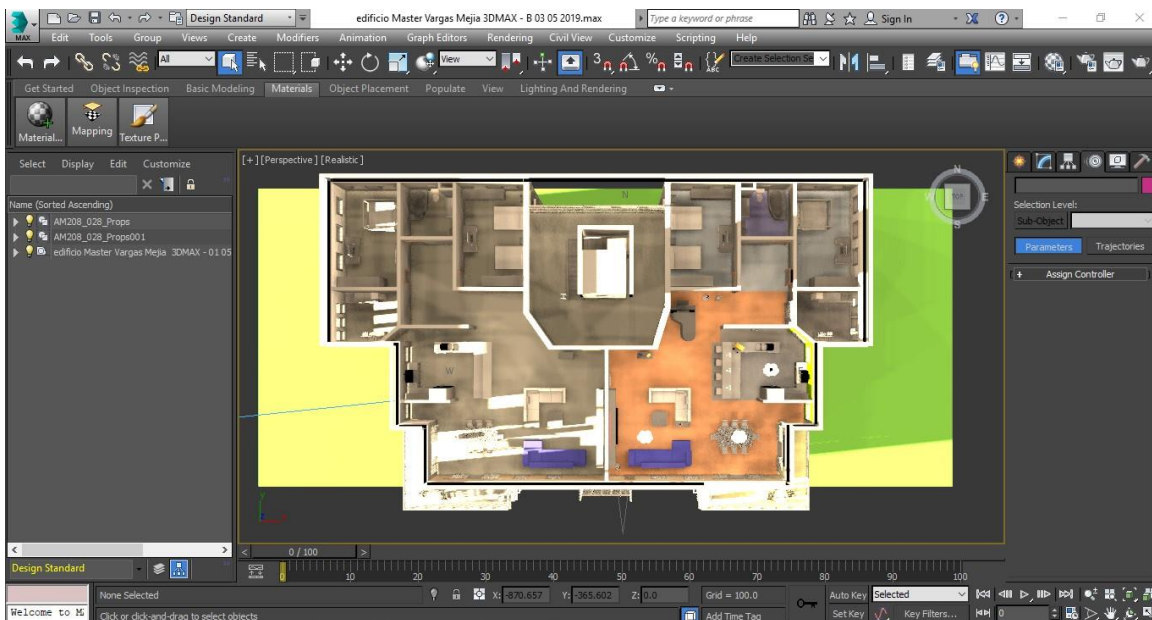
Fotografía 26. Vista interior de la cocina y el comedor de piso piloto del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk. (2019) Elaboración propia.

Luego de la cocina hay dos espacios comunes, los cuales son el área del piano y el área de lavado que se encuentra fuera de la vista pero que se puede acceder a través de dos puertas de cristal.



Fotografía 27. Vista interior de la cocina y parte del resto del espacio común del piso piloto del edificio propuesto, diseñado con el programa Revit de Autodesk. (2019) Elaboración propia.

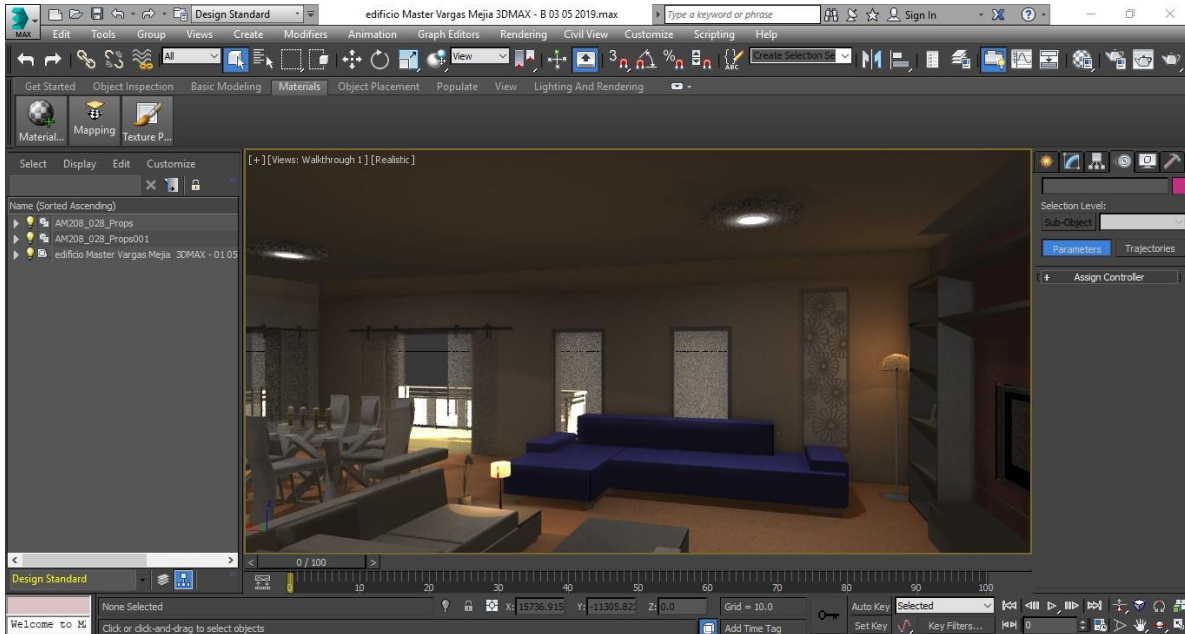
Posterior a esto, se procedió a pasar a trabajar en el programa Autodesk 3DMax, en el cual se detallaron mejor los materiales y terminaciones, además de que se comenzó a situar los puntos de luz y donde eran más necesarios.



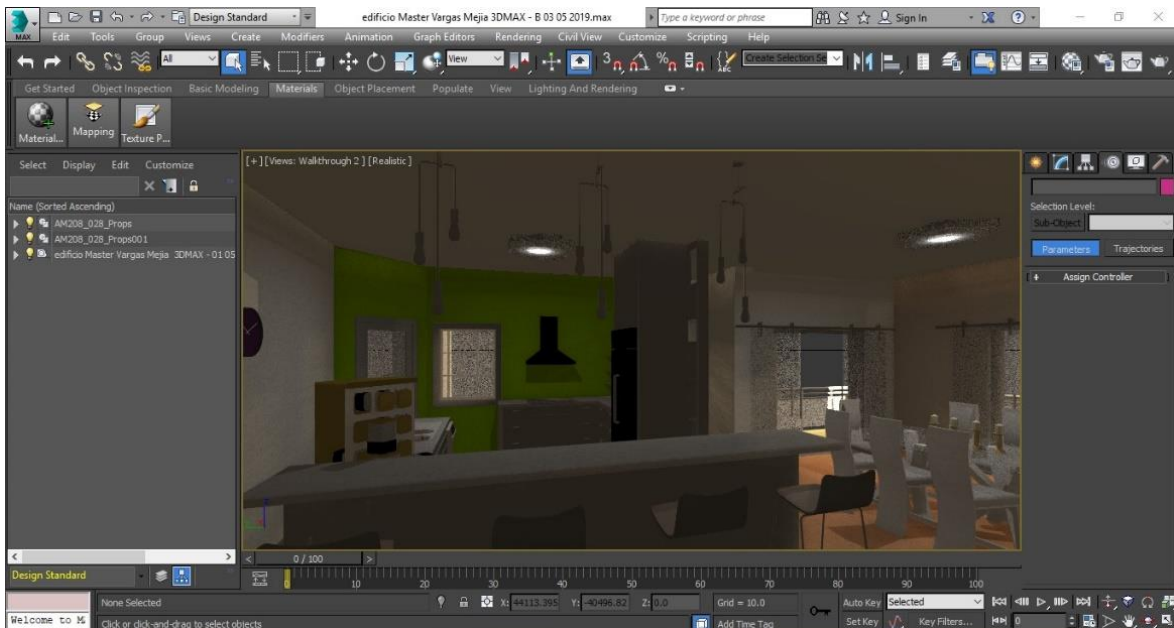
Fotografía 28. Plano del edificio propuesto luego de exportarlo al programa 3DMax de Autodesk. (2019) Elaboración propia.

Algunos de los materiales que se podían observar en Revit, cambiaron o no se podían observar a simple vista en este nuevo programa (ver fotografía 29).

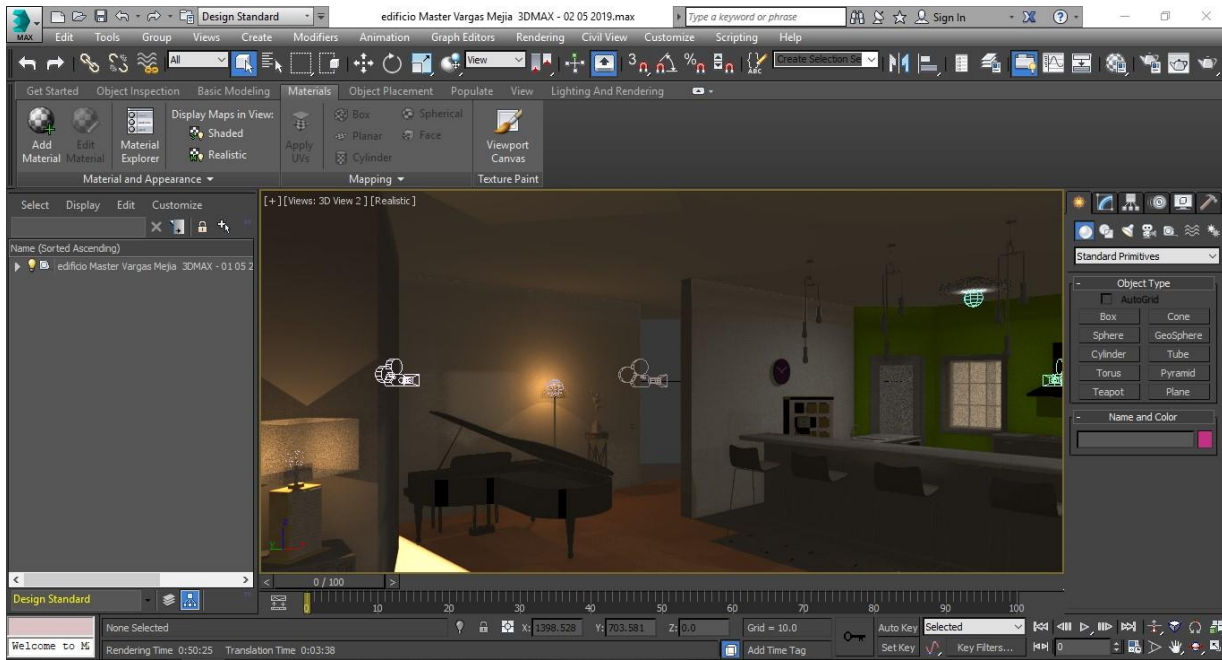
Como se puede observar en las fotografías 30, 31 y 32 tanto la sala de estar, el comedor y la cocina necesitan más iluminación, la cual se mejorará posteriormente en Unreal.



Fotografía 29. Vista interior de la cocina y parte del resto del espacio común del piso piloto del edificio propuesto, en 3DMAX de Autodesk. (2019) Elaboración propia.



Fotografía 30. Vista interior de la sala de estar y parte del resto del espacio común del piso piloto del edificio propuesto, en 3DMAX de Autodesk. (2019) Elaboración propia.



Fotografía 31. Vista interior de la cocina y parte del resto del espacio común del piso piloto del edificio propuesto, en 3D MAX de Autodesk. (2019) Elaboración propia.



Fotografía 32. Vista exterior del edificio propuesto, en 3D MAX de Autodesk. (2019) Elaboración propia.

Finalmente, se escogió utilizar el software Unreal Engine versión 4.21, por ser uno de los que da mejores resultados en cuanto a entornos virtuales y desempeño.

- 5) En este punto se realizarán pruebas para determinar qué dispositivos funcionan mejor en el software Unreal Engine hasta lograr satisfacer los requisitos de inmersión e interacción que se mencionaron en la 2da fase.

Se escogió el ordenador mencionado en el apartado anterior por ser uno de los pocos de los que se disponía constantemente durante la investigación y desarrollo de la aplicación. Sin embargo, existen una serie de especificaciones recomendadas tanto de hardware como de software (UNREAL, s.f.):

- Sistema operativo: Windows 10 de 64 bits
- Procesador: Quad-core Intel or AMD, 2.5 GHz o más potente.
- Memoria RAM: 8GB
- Tarjeta de video o DirectX: DirectX 11 o 12 y una tarjeta gráfica compatible.

- 6) En este apartado se realizarán las pruebas y ajustes necesarios en Unreal Engine antes de presentar el producto final. Además de los retos surgidos y como se superaron.

Luego de exportar el archivo de Revit en formato FBX. Se procedió a importarlo a 3dMax, en el cual se perfeccionaron los materiales de elementos como la encimera o el refrigerador. Finalmente obtenemos como resultado un render en donde se observan todos los materiales con la escala adecuada en zonas como la cocina y la sala de estar.



Fotografía 33. Diferencia del modelo antes y después de renderizarlo. (2019) Elaboración propia.





Fotografía 34. Detalle del modelo renderizado en 3DMax. (2019) Elaboración propia.

El mayor reto comienza cuando se exporta ese archivo de 3dMax a través del complemento **Unreal DataSmith**, el cual permite exportarlo sin la necesidad de transformar los materiales de forma manual de su formato actual a un formato de material estándar, lo que hace unos años tardaba semanas, ahora solo toma unos cuantos segundos.

### 5.1.1 Desarrollo de las últimas etapas de la aplicación.

Las principales funciones de la aplicación inmobiliaria son:

1. Que el cliente pueda recorrer los espacios como si estuviera construido en la realidad
2. Poder cambiar los materiales de algunas superficies de los espacios y ver cómo queda en combinación con el resto del mobiliario y la iluminación.

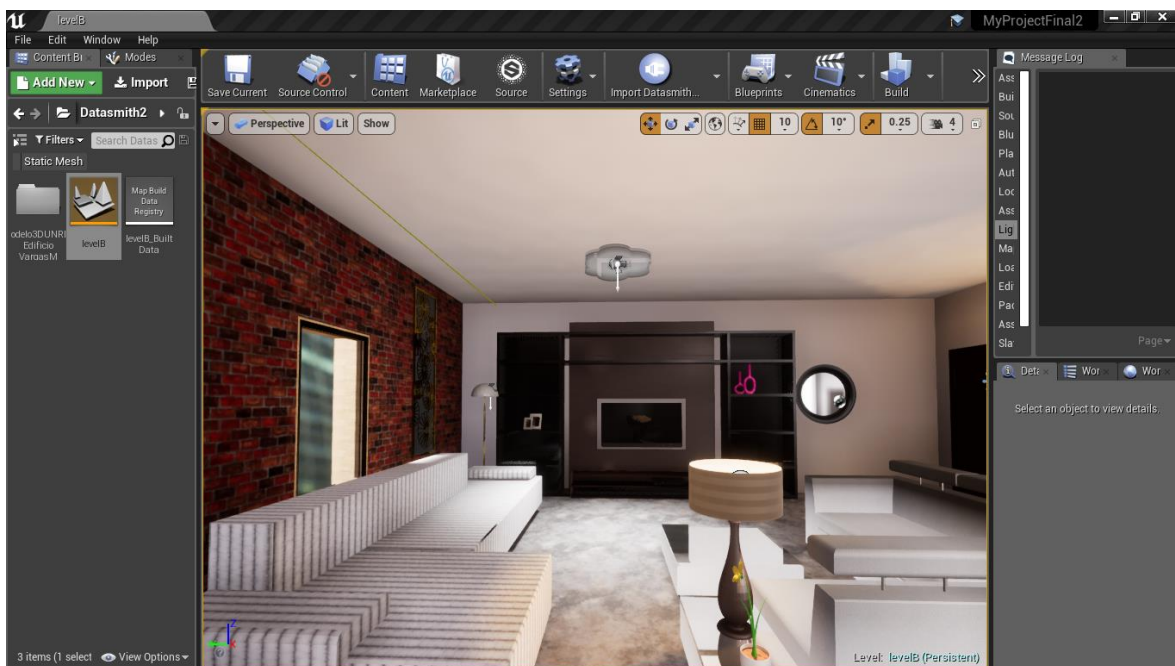
Durante el desarrollo de esta aplicación surgió un inconveniente que posteriormente se solucionó, el cual fue sumamente importante por ser concerniente a la iluminación:

- Incompatibilidad de escala con relación al tamaño del modelo exportado a Unreal y los materiales que se le asignaron en 3DMax. Además de problemas en la iluminación.



Fotografía 35. Captura del interior del modelo luego de exportarlo con la herramienta DATASMITH de Unreal. (2019) Elaboración propia.

Esto se solucionó asignando nuevas texturas al modelo, en este caso ya en Unreal, los cuales posteriormente se escalonaron para que dichas texturas de los materiales correspondieran a las escalas del modelo. También se agregaron las luminarias correctas y se regularon para que la iluminación fuese la más adecuada.

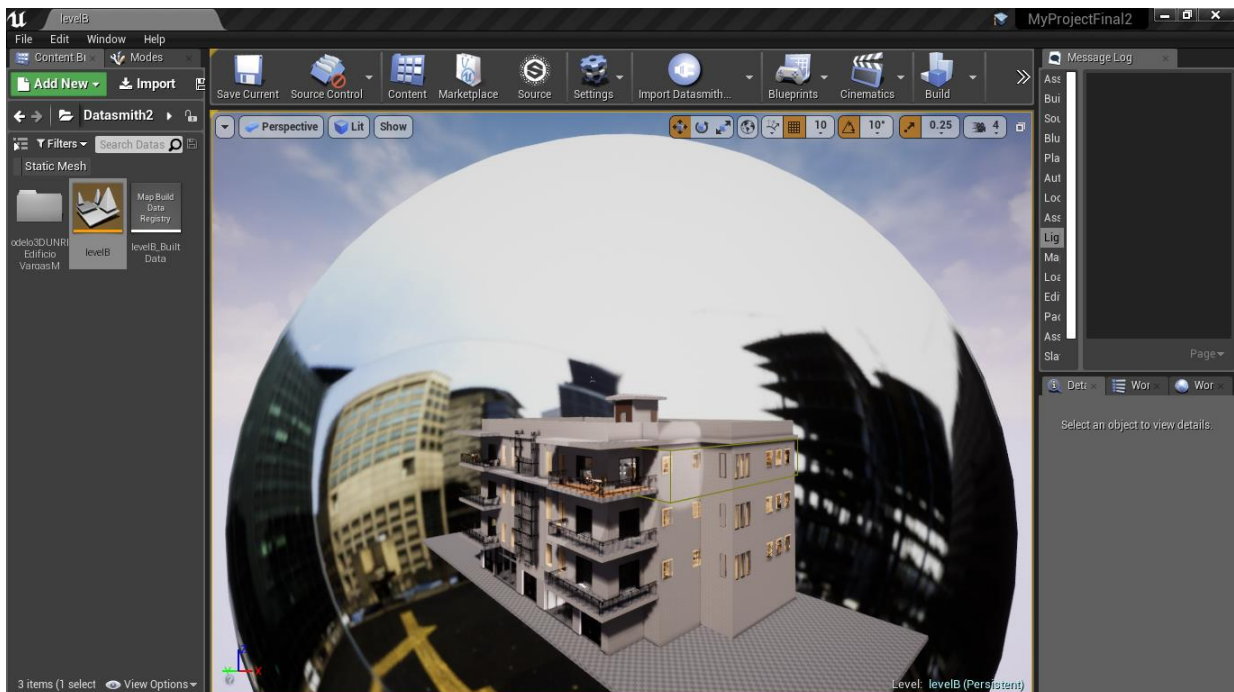


Fotografía 36. Resultado de la correcta edición del modelo en Unreal. (2019). Elaboración propia.

Un detalle importante para la construcción de un entorno más realista fue el uso de una imagen HRDI<sup>8</sup> que se utilizó para el exterior del modelo tridimensional, la cual da la sensación de que fuera de la edificación existe todo un entramado urbano, esto se logró por medio de la función de Unreal llamada Skybox, que irónicamente es una esfera, que recubre el espacio en el que se trabaja como una atmosfera particular. A continuación, se observa la imagen de 360° utilizada.



Fotografía 37. Fotografía HDRI utilizada en el entorno del modelo. (2018). Recopilado de: [https://hdrihaven.com/hdri/?c=urban&h=portland\\_landing\\_pad](https://hdrihaven.com/hdri/?c=urban&h=portland_landing_pad)



Fotografía 38. Vista de la esfera que rodea el modelo y como la imagen se distorsiona alrededor de la misma (2019). Elaboración propia.

<sup>8</sup> HDRI: *High Dinamic Range Imaging* (Imágenes de alto rango dinámico). Es un formato de fotografía que permite que la puedan utilizar para crear entornos virtuales tan cautivadores como el mundo real, puesto que el comportamiento de la física de la luz puede simularse de manera realista. (Bloch, 2012)

7) En este último paso, se muestra el resultado final del desarrollo de la aplicación en donde uno de sus mayores atractivos son los widgets de modificación de materiales.

- **Piso de la sala – comedor.**



Fotografía 39. Piso de concreto pulido. (2019). Elaboración propia.



Fotografía 40. Piso de alfombra. (2019). Elaboración propia.



Fotografía 41. Piso de madera barnizada. (2019). Elaboración propia.

○ Pared de la sala – comedor



Fotografía 42. Pared de ladrillos rojos. (2019). Elaboración propia.



Fotografía 43. Pared de bloques de hormigón sin enlucir. (2019). Elaboración propia.



Fotografía 44. Pared enlucida pintada de color blanco. (2019). Elaboración propia.

- Superficies de la cocina (encimera y piso):



Fotografía 45. Encimera de hormigón pulido y mosaicos blancos. Piso de baldosas de mármol blanco y negro con detalles dorados. (2019). Elaboración propia.



Fotografía 46. Encimera de mosaicos en tonos de azul. Piso de baldosas de barro cocido. (2019). Elaboración propia.



Fotografía 47. Encimera de baldosas de hormigón. Piso de mosaicos blancos y negros. (2019). Elaboración propia.

○ **Pared de fondo**



Fotografía 48. Pared de ladrillos rojos. (2019). Elaboración propia.





Fotografía 49 .Azulejos de pared color beige. (2019). Elaboración propia.

○ **Mobiliarios de la sala**



Fotografía 50. Panel de madera oscura. Sofá estampado de rayas verticales. (2019). Elaboración propia.



Fotografía 51. Panel de madera de color natural. Sofá estampado de hexágonos. (2019). Elaboración propia.



Fotografía 52. Panel pintado. Sofá de cuero teñido de blanco. (2019). Elaboración propia.

## 6 CONCLUSIÓN

Luego de superar todos los retos que surgieron a lo largo del desarrollo de la propuesta defendida en este trabajo final de máster, se ha llegado a la conclusión de que a pesar de que puede ser un reto para quien diseñe y construya este tipo de productos virtuales, la mayor versatilidad que tiene la APP es que permite una aproximación a la realidad futura de la promoción mucho antes del inicio de la construcción del proyecto.

Tanto el Objetivo General de proponer una aplicación de realidad virtual inmersiva para mejorar las ventas de productos inmobiliarios se ha logrado, dejando abierta la posibilidad de mejoras puesto que siempre está la oportunidad de evolucionar.

Finalmente, en cuanto a los objetivos específicos:

1. Se analizó el estado actual de las aplicaciones de realidad virtual inmersiva en general desde el sector de los videojuegos con *Intruders* o promociones de automóviles como Volvo y en el sector inmobiliario, tanto las apps que se comercializan en España, que en su mayoría se utilizan para la venta de vivienda de segunda mano y apenas llegan a mostrar imágenes de 360°. Como las internacionales destacando Yantram Studio la cual es la que más se acerca a la interacción inmersiva de realidad virtual en la venta de sus proyectos.
2. Se analizó la evolución de la ampliación tanto de la realidad virtual como de la realidad aumentada desde sus propuestas más sencillas hasta su implementación en entrenamientos militares o en la industria del cine, entendiendo, así como esta tecnología se adapta perfectamente a cualquier entorno en el que se aplique.
3. En cuanto al desarrollo de estrategias de implementación de una aplicación basada en Game Engine, en el apartado 2.4 se detalló como vender este tipo de aplicaciones personalizado al sector inmobiliario de manera sencilla y resumida.
4. En cuanto a los beneficios de involucrar al cliente en el diseño de un proyecto utilizando la realidad virtual se puede mencionar que aumenta la confianza de éste para con la empresa pues tiene la sensación de estar más involucrado en el proyecto y que la empresa lo toma en cuenta de manera personalizada.
5. Finalmente, en cuanto al vértigo provocado por el uso del HMD, este depende de la sensibilidad de la persona, algunas tardan más que otras en adaptarse por lo que es muy importante escoger un visor cómodo y liviano a la hora de implementar esta tecnología en la empresa promotora.

Como parte de la conclusión se estudiaron los pros y contras de esta aplicación resultando en lo siguiente:

PROS:

- Es posible que dicha aplicación sea desarrollada por una sola persona<sup>9</sup>, a diferencia de que el piso piloto ocupa espacio, un equipo de personas, y una variedad de materiales de construcción que conllevan una inversión económica.

---

<sup>9</sup> Aquí se refiere específicamente solo la etapa de desarrollo de la aplicación de realidad virtual, sin contar con el diseño y planificación de la promoción inmobiliaria, el cual lo realizaría un equipo compuesto de más personas.

- Luego de que se vende completamente dicha promoción inmobiliaria hay que desechar o reciclar el piso piloto, sin embargo, en el caso de la aplicación de recorrido virtual inmobiliario solo ocupa espacio en algún disco duro, en la Nube o en el ordenador de trabajo.
- Al trabajar en un programa para desarrollo de videojuegos el potencial de las características que se le pueden agregar a la aplicación son sumamente amplias, puesto que se podría agregar la posibilidad de mover objetos, abrir/cerrar puertas, encender y apagar luces, incluso que el usuario pueda ver su imagen reflejada en los espejos o cristales, escuchar música de fondo, escuchar las pisadas al caminar, el viento, el ruido de la ciudad, etc.
- Es posible ofrecer la aplicación en la web de la promoción y que el cliente pueda interactuar en su vivienda, con su visor personal, por lo que las personas con movilidad reducida también pueden acceder a las ofertas desde la comodidad de su hogar.

## CONTRAS

- Es posible que algunos usuarios experimenten sensación de mareo en menor o mayor proporción.
- No es recomendado para recorridos virtuales prologados porque agota la vista y el peso del visor molesta en los músculos la cabeza y el cuello.
- Para personas que nunca han utilizado esta tecnología o tienen poca experiencia, el moverse por un entorno virtual puede ser difícil al principio.
- Hasta ahora de todos los visores disponibles del mercado solo uno, el HTC VIVE permite utilizarlo al mismo tiempo que los anteojos de prescripción, resultando económicamente limitante. Por lo que, en caso de adquirir otro visor por cuestiones económicas, limitará la interacción de los clientes solo a los que no necesitan anteojos.

Finalmente, este trabajo tiene la posibilidad de derivarse de las siguientes líneas de investigación:

- El estudio de nuevas maneras de compartir archivos de un programa a otro sin que se pierdan las características asignadas anteriormente y aplicarlos a las técnicas de BIM actuales, buscando superar la versatilidad del formato .fbx, tomando como ejemplo el camino que se tuvo que recorrer en este trabajo desde Revit hasta Unreal y como podría ser más eficiente.
- Como el uso de una aplicación de realidad virtual inmersiva como herramienta de marketing, influencia la venta de inmuebles en comparación con los métodos de venta tradicional.
- Estudiar el potencial que tiene el uso de los motores de videojuegos en el modelado de maquetas arquitectónicas o como herramienta para darle realismo a los renders en comparación con las ofertas actuales como Vray o Lumion.
- Este trabajo podría ser la base para proponer una aplicación de realidad virtual inmersiva mucho más realista, tomando como base el método utilizado para la creación de la que se propone en este trabajo.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Abdelhameed, W. A. (2013). Virtual Reality Use in Architectural Design Studios: A case of studying structure and construction. *2013 International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education* (pp. 220-230). Zallaq, Baréin: Procedia Computer Science 25. Retrieved from <http://www.encyclopedia.com/>
- Albornoz, M. (2018, 6 16). *Plataforma de Arquitectura*. Retrieved from <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/898924/5-oficinas-de-arquitectura-que-usan-vr-para-presentar-sus-disenos>
- Al-Najdawi, D. (2007). AHRC ICT Methods Networks. *Introduction to Visualization using Game Engines*. Leicestershire, Reino Unido. Retrieved from <http://www.methodsnetwork.ac.uk/redist/pdf/gameenginedevelopments-1.pdf>
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent Advances in Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 34-47. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/3208983\\_Recent\\_advances\\_in\\_augmented\\_reality\\_1](https://www.researchgate.net/publication/3208983_Recent_advances_in_augmented_reality_1)  
EEE\_Comput\_Graphics\_Appl
- Bainbridge, W. (2007). The scientific research potential of virtual worlds. *Science*, 317,472-476.
- Barnes, S. J. (2016, Noviembre 3). Understanding Virtual Reality in Marketing: Nature, Implications and Potential. Londres, Reino Unido. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=2909100>
- Bloch, C. (2012). *The HDRI Handbook 2.0*. Santa Barbara, California: Gerhard Rossbach. Retrieved from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bju4BAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT25&dq=HDRI&ots=0V3S\\_EryuW&sig=N2TYxffCjwkJfuxnO4GZtyw1e5Q#v=onepage&q=HDRI&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bju4BAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT25&dq=HDRI&ots=0V3S_EryuW&sig=N2TYxffCjwkJfuxnO4GZtyw1e5Q#v=onepage&q=HDRI&f=false)
- Blohm, I., & Leimeister, J. (2013). *Gamification. Business and Information Systems Engineering*.
- Cantón Enríquez, D., Arrellano Pimentel, J., Hernández López, M., & Nieva García, O. (17, 3 9). Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores. *Apertura*, pp. 8-23.
- COMUNICACION, M. (2007). *TODO MARKETING Y MAS*. Madrid: FC EDITORIAL.
- ConsumerLab, E. (2017). *Merged Reality .An Ericsson Consumer Insight Summary Report*. Estocolmo, Suecia. Retrieved from <https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/merged-reality>
- Diccionario de la Lengua Española*, 23. (2017, diciembre). Retrieved from <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=OyavUPb#Ak6ZNKU>
- Ericsson. (2019). *10 Hot Consumer Trends 2019*. Retrieved from Ericsson: <https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019#trend9mydigitaltwin>
- Eyles, J., Austin, J., Fuchs, H., Greer, T., & Poulton, J. (1987). Pixel-Planes4 : A summary. *Advances in Graphics Hardware2: Profeedings of the Eurographics '87* (pp. 1-25). Carolina del Norte:

- Departamento de Ciencias de la Computacion. Retrieved from <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a201090.pdf>
- Fernandez, I. (2016, 12 22). *BlogLenovo*. Retrieved from <https://www.bloglenovo.es/por-que-realidad-virtual-marea/>
- Fisher, S. S., McGreevy, M., Humphries, J., & Robinertt, W. (1986). Proceeding I3D '86. *Workshop on Interactive 3D graphics*, (pp. 77-87). Carolina del Norte . doi:10.1145/319120.319127
- Gervautz, , M., & Mazuryk, T. (1996). *Virtual Reality: History ,Applications,Technology and Future*. Viena, Austria. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.42.7849>
- Google. (n.d.). *JUMP*. Retrieved from <https://vr.google.com/jump/>
- Google. (n.d.). *The Chromium Project*. Retrieved from <https://www.chromium.org/chromium-os>
- K Patel, K., & M Patel, S. (2016). Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture,Enabling Technologies, Application & Future Challenges. *INTERNATONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCE AND COMPUTING.*, 6122 - 6131.
- Kendall, K., & Kendall, J. (2008). *Análisis y diseño de sistemas*. Mexico: Pearson Educación.
- Krueger, M. W. (1991). Full Body Interactive Exhibit. *Hypermedia & Interactivity in Museums*, 222-234. Retrieved from [http://www.archimuse.com/publishing/ichim\\_91.html](http://www.archimuse.com/publishing/ichim_91.html)
- Levis, D. (2006). *¿Qué es la realidad virtual?* Retrieved from Academia: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30471870/que\\_es\\_rv.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1536666765&Signature=yr4mtgla8UQubkxI2taCLIMW40%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DQue\\_es\\_la\\_realidad\\_virtual.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30471870/que_es_rv.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1536666765&Signature=yr4mtgla8UQubkxI2taCLIMW40%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DQue_es_la_realidad_virtual.pdf)
- Marcos, M. C. (2001). HCI ( Human Computer Interaction): Concepto y Desarrollo. *El Profesional de la Información*, 10(6), 4-16. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=233242>
- Marino, F. J. (2007). *Visualizacion de escenas 3D fotorrealistas mediante hardware grafico programable (GPU) Tesis en Ingenieria Informatica*. Buenos Aires. Retrieved from <http://materias.fi.uba.ar/7500/marino-tesisingenieriainformatica.pdf>
- Martinez, P. C. (2006). El Metodo de Estudio de Caso: Estrategia Metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestion*, 167-196.
- Mestre, M. S. (2001). *Marketing. Conceptos y Eestategias*. Madrid: Ediciones Piramide.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994, Diciembre). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D, 1321-1329. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/231514051\\_A\\_Taxonomy\\_of\\_Mixed\\_Reality\\_Visual\\_Displays](https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays)
- O'connell, K. (2016, Noviembre 16). *Redshift*. Retrieved from <https://www.autodesk.com/redshift/virtual-reality-in-architecture/>

- Perez Porto, J., & Merino, M. (2013). *Definicion.de*. Retrieved from <https://definicion.de/plugin/>
- Pérez, F. J. (2011). Presente y Futuro de la Tecnología de la Realidad Virtual. *Creatividad y Sociedad*, 1-39.
- RAE. (n.d.). Retrieved from <https://dle.rae.es/?id=9GZTO4z>
- RAE. (n.d.). *Real Academia de la Lengua Española*. Retrieved from <https://dle.rae.es/?id=Yvle4wr>
- Ramírez, F. A. (2009). Herramientas de Programacion Grafica para Desarrollo de Videojuegos. *Primer Congreso Nacional de Computacion e Informatica UNACAR*. Yucatan. Retrieved from <https://intranet.matematicas.uady.mx/personal/mramirez/web/madera/unacarPaper.pdf>
- Sherman, W., & Craig, W. (2003). *Understanding Virtual Reality, Interface Application and Design*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Shutterstock. (n.d.). *shutterstock ayuda*. Retrieved from <https://www.shutterstock.com/es/support/article/qué-son-los-fotogramas-por-segundo>
- Song, D., & Norman, M. (1993, Marzo 19). Cosmic Explorer: A virtual Reality Environment for Exploring Cosmic Data. Illinois, Estados Unidos. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/3849/f0d27d2d880ed9d788cd4f14f3a09ce432f1.pdf>
- TESLASUIT. (2019). Retrieved from <https://teslasuit.io>
- UNREAL. (n.d.). *Unreal Engine*. Retrieved from <https://docs.unrealengine.com/en-us/GettingStarted/RecommendedSpecifications>
- Virtual Reality Society. (2017). *Virtual Reality Society*. Retrieved from <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-gear/head-mounted-displays/>
- VRWC. (2017). Retrieved from <http://vrworldcongress.com>
- Yardley, D. L. (n.d.). *VEDA Life balanced*. Retrieved from [https://vestibular.org/en\\_espanol](https://vestibular.org/en_espanol)