

Oculus Rift &

Leap motion

Grado en Ingeniería Multimedia



Trabajo Fin de Grado

Autor:

Adrián González Herrera Jover Morales

Tutor/es:

José García Rodríguez, Sergio Orts Escolano,

Albert García García

Junio 2017



**Justificación y Objetivos**

La principal motivación para adentrarme en este proyecto es mi propia superación. Poder coger todas esas pequeñas cosas que se van aprendiendo durante estos cuatro años de carrera e ir juntándolas para crear un trabajo de fin de grado que demuestre que todas esas horas frente al ordenador, leyendo, investigando y programando han servido.

Para mí, un ingeniero multimedia es una persona capaz de dar el soporte tecnológico a la creatividad. Realizar proyectos que impliquen a los sentidos, no quedarse sólo en el ámbito técnico sino, ir más allá, poder hacer cercana la tecnología al usuario. Para ello es muy importante la motivación y el trabajo duro, ya que el estilo de profesión siempre te va a exigir el conocimiento de nuevas tecnologías que vayan apareciendo en el futuro y no dejar nunca de aprender.

Algo que tenía claro antes de comenzar mi TFG, era realizar un proyecto que me ayudase a conocer un campo que aún no había dado en la carrera y que siempre me había llamado la atención. Por tanto, he intentado desarrollar un proyecto con dos tecnologías que actualmente se encuentran en fase de inmersión en nuestra sociedad, pero que en pocos años formarán parte de nuestro día a día, tanto en el ámbito educativo, profesional, como de ocio. Ampliando cada vez más mis conocimientos hacia el área de la realidad virtual y creando proyecto que me acerque cada vez más a convertirme en un profesional de este sector en auge.

La realidad virtual cada vez se extiende a nuevos campos, en un principio estaba centrada en el entretenimiento y los videojuegos, pero áreas como la medicina, la arqueología, el entrenamiento militar y las simulaciones se encuentran a la cabeza de los nuevos avances dentro de esta tecnología.

La enseñanza es un campo en el cual puede tener un gran éxito tanto a nivel educativo como a nivel de aceptación por parte del alumnado ya que se pueden recrear escenas en las cuales el alumno puede ser protagonista de la propia historia y adentrarse en mundos que despierten su imaginación e intriga.

El objetivo principal de mi trabajo de fin de grado es desarrollar un estudio sobre el nivel en el que se encuentra actualmente esta tecnología y poder escuchar tanto la opinión de profesionales del sector de las TIC, como usuarios que nunca han tenido la posibilidad de probar este campo. Ampliando la experiencia de usuario con el manejo de interfaces dentro de las escenas virtuales con sus propias manos, sin necesidad de llevar ningún objeto en ellas.

Con este estudio, quiero aproximar conclusiones sobre el estado de desarrollo en el que nos encontramos dentro de la realidad virtual y cuál es el nivel de aceptación e interés por parte de los usuarios, ya que al fin y al cabo son la principal motivación por parte de las empresas y los desarrolladores de todos los proyectos. Si una nueva tecnología no tiene una buena aceptación dentro de nuestra sociedad, no se invertirá en desarrollar en ella.

**Agradecimientos**

**Dedicatoria**

El logro de crear la I.A. será el mayor hito de la historia humana.

Deafortunadamente,

También puede ser el último.

Stephen Hawking

Índice de Contenido

[1. Introducción 1-8](#_Toc483134428)

[1.1. Acrónimos 1-9](#_Toc483134429)

[1.2. Definiciones 1-9](#_Toc483134430)

[1.3. Relación con asignaturas 1-10](#_Toc483134431)

[2. Estado del arte 2-13](#_Toc483134432)

[2.1. Trabajos relacionados 2-14](#_Toc483134433)

[3. Objetivos 3-19](#_Toc483134434)

[4. Metodología 4-21](#_Toc483134435)

[4.1. Controladores Gestuales 4-22](#_Toc483134436)

[4.1.1. Wii Remote 4-22](#_Toc483134437)

[4.1.2. Kinect 4-23](#_Toc483134438)

[4.1.3. Leap Motion 4-23](#_Toc483134439)

[4.2. Realidad Virtual 4-25](#_Toc483134440)

[4.2.1. Dispositivos sin pantalla 4-25](#_Toc483134441)

[4.2.2. Dispositivos con pantalla 4-26](#_Toc483134442)

[4.3. Motores 4-28](#_Toc483134443)

[5. Conclusiones 5-30](#_Toc483134444)

[6. Bibliografía y referencias 6-30](#_Toc483134445)

[7. Anexos 7-31](#_Toc483134446)

[7.1. REALIDAD VIRTUAL 7-32](#_Toc483134447)

[7.1.1. Educación y formación 7-33](#_Toc483134448)

Índice de Figuras

**Figura 2.1 – Interfaz diegética 1**

**Figura 2.2 – Interfaz no diegética1**

**Figura 2.3 – Controlador RV1**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

**Figura 11**

# Introducción

Hace unos 3 millones de años, los homínidos usaron por primera vez piedras de sílex para cortar. Desde entonces parece estar en la naturaleza del ser humano transformar su entorno para facilitarse la vida.

Vivimos en un momento de la historia en el que, sin darse cuenta, la sociedad está cambiando de forma radical su manera de vivir. Se puede confirmar que estamos viviendo una revolución tecnológica y todos nosotros somos protagonistas de ella. Estamos acostumbrándonos a tantos cambios y tan rápidos que casi no nos deja asimilarlos.

Hace unos años era impensable poder manejar toda tu vida a través de aparto que te cupiese en el bolsillo del pantalón. Y es que el smartphone se ha convertido en nuestro servidor donde vamos guardando todos los pedacitos de nuestra vida y mediante el cual manejamos nuestras amistades, trabajo, agenda, ocio, información a través de internet, etc.

Actualmente existen estudios en los que se afirma que en 20 años que empleos como cajeros, operadores telefónicos, camareros, transportistas o guardas de seguridad tienen la mayor probabilidad de ser reemplazados por la Inteligencia Artificial. Pero todo esto es muy complicado anticiparlo, ya que El MIT dijo que la conducción de camiones difícilmente sería robotizada. Hoy, Google y Tesla ya lo están haciendo.

Centrándome en el sector del ocio, la revolución digital ha tenido una de las mayores acogidas por parte de la población a nivel histórico ya que cada vez es más fácil disfrutar de incontables experiencias sin la necesidad de salir de casa. En estos últimos años la Realidad Virtual está teniendo un auge exponencial, ya que nos permite tener una experiencia inmersiva por parte del usuario, dejando a un lado la pantalla 2D de nuestro ordenador o televisión y nos sumerge a un escenario en el que él es su propio protagonista.

En mi Trabajo de Fin de Grado, he querido juntar dos tecnologías punteras que permiten una mayor inmersión al usuario ya que con las gafas de realidad virtual Oculus Rift y el Leap Motion podemos interactuar en la aplicación sin necesidad de utilizar mando, ya que nuestras manos nos permiten interactuar dentro del escenario. Mediante diferentes escenas y con una encuesta centrada en la experiencia del usuario he querido estudiar las diferentes opiniones para así poder comprender a qué nivel se encuentran estas nuevas tecnologías y qué aceptación tienen por parte de nuestra sociedad.

## Acrónimos

**MIT:** Massachusetts Institute of Technology.

**API:** Application Programming Interface.

**HMD:** Head-Mounted Displays.

**HCI:** Human-Computer Interaction.

**LCD:** Liquid Cristal Display.

**OLED:** Organic Light-Emitting Diode

**UI:** Interfaz de usuario.

**UX:** Experiencias de usuario.

## Definiciones

**API:** Conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.

**Rigging:** Proceso por el que construimos un esqueleto con sus cadenas de huesos para que funcionen según nuestras necesidades, con o sin características interactivas, que sirven para definir deformaciones sobre un objeto geométrico.

**Gadget:** Dispositivo electrónico con una función específica, generalmente de proporciones no muy grandes, práctico y novedoso.

**Interfaz diegética:** Una interfaz diegética es aquella que está representada virtualmente en el espacio físico del entorno, y que a su vez también existe realmente en ese universo ficticio.

## Relación con asignaturas

El grado de Ingeniería Multimedia permite conocer una gran cantidad de salidas profesionales ya que abarca muchos ámbitos de las nuevas tecnologías que están hoy en día en nuestra sociedad, dejando al estudiante orientar su salida profesional según las inquietudes que uno tenga. Dentro de la carrera se ha intentado englobar en dos itinerarios muy diferenciados: la rama de Creación y Entretenimiento Digital y la rama de Gestión de Contenidos.

En el itinerario de **Creación y Entretenimiento Digital** se centra principalmente en todas las áreas necesarias para poder desarrollar un videojuego en equipo, trabajando no solo en la parte de programación y animación 3D de los personajes, sino también en los efectos especiales que se necesitarán durante la postproducción de los diferentes cortos que se realizan en los proyectos de animación, además se emplean nuevas tecnologías la realidad virtual o la captura de movimiento mediante cámaras para el posterior rigging de los personajes.

En el itinerario de **Gestión de Contenidos** se desarrolla la creación, gestión y difusión de contenido multimedia, es decir, se centra en el ámbito web, en la programación para dispositivos móviles y en el estudio y desarrollo de Interfaces de Usuario. Es una rama más orientada al estudio y mejora de los hábitos de las necesidades de los usuarios.

En mi Trabajo de fin de grado he querido combinar ambos itinerarios y desarrollar un con tecnologías en actual desarrollo e introducción como es la realidad virtual, y complementarla con herramientas que permiten una mayor inmersión, como es el Leap Motion. Realizando una encuesta a los usuarios que han estado probando las escenas que he creado con estas dos tecnologías, aprendiendo y sacando conclusiones de este estudio de usuario.

Mi trabajo de fin de grado se relaciona con diferentes asignaturas que hemos estado estudiando en la carrera y con nuevos conocimientos que he ido adquiriendo a lo largo de estos años, investigando más según las diferentes inquietudes que he tenido durante el grado. A continuación, se comenta la relación con cada asignatura de la carrera con la que tiene relación mi trabajo y cuál es el aspecto que abarca.

* **Proyectos Multimedia:** Organización y gestión del proyecto, documentación, análisis de costes y de riesgos.
* **Usabilidad y Accesibilidad:** Aborda el análisis y creación de interfaces de usuario con características de usabilidad, que sean fácilmente utilizadas, comprensibles y de rápido aprendizaje, permitiendo su uso por el máximo número de usuarios.
* **Estadística:** Permite enfrentarse a aspectos relacionados con el posicionamiento y mediciones, así como la toma de decisiones y el control de calidad del producto desarrollado.
* **Sistemas Multimedia:** El objetivo principal de la asignatura es aprender a plantear proyectos, comprender su complejidad, organizar los recursos necesarios para emprenderlos y detectar los conocimientos necesarios que aún no se poseen.
* **Modelado y Animación por Computador:** Dota de conocimientos en ámbito de 3D a través de herramientas informáticas que permiten modelar y simular la realidad.
* **Imagen y Vídeo por Computador**: Tanto a nivel de desarrollo como de investigación, se emplean sistemas que se basan en sensores de cámaras de vídeo, a partir de los cuales es posible adquirir imágenes de objetos y extraer características de ellos.
* **Fundamentos de los Videojuegos**: Proporciona las bases pare el análisis, diseño e implementación de videojuegos. Se basa en una asignatura basada en el aprendizaje basado en proyectos.
* **Videojuegos II:** Se centra en el estudio de los motores de físicas y motores gráficos para videojuegos en 3D. Se estudian las características que incorporan los diferentes motores para videojuegos, y las técnicas y algoritmos utilizados en ellos.
* **Realidad Virtual:** Se introducen los principios básicos de la realidad virtual y sus aplicaciones, cómo puede ser implementada y explotada.

# Estado del arte

En una época en la que la revolución tecnológica multimedia está a la orden del día, hace que se esté invirtiendo en una multitud de nuevos proyectos que buscan mejorar las experiencias de usuario en cualquier ámbito de nuestra vida cotidiana.

Por ejemplo, en los últimos años se ha producido un gran crecimiento e inversión en el desarrollo de dispositivos de realidad virtual (RV), aumentada (RA) y mixta (RM). La realidad virtual, pese a que es una tecnología con más de 20 años de recorrido, en los últimos 3 años ha experimentado un gran auge. Este gran auge se ha producido gracias a la democratización de ciertas tecnologías: pantallas de alta resolución, procesadores gráficos de bajo consumo, dispositivos avanzados de seguimiento de la pose del usuario (tracking), entre otras.

Debido a esta explosión de nuevos dispositivos de RV surge la necesidad de crear nuevo contenido que pueda ser consumido por estas plataformas. Este nuevo contenido se tiene que ajustar a las nuevas tecnologías, por ejemplo, es necesario contenido 3D de gran calidad que pueda ser visualizado en estos dispositivos. Por este motivo, en los últimos años también se ha producido un gran auge en el desarrollo de nuevos métodos y técnicas para crear contenido audiovisual inmersivo que sea atractivo para estas plataformas.

De igual manera, el paradigma a la hora de crear aplicaciones para estos dispositivos cambia. Todo el conocimiento sobre Interacción Hombre-máquina que hasta ahora se ha investigado y desarrollado se encuentra muy orientado al desarrollo de interfaces de usuario que son principalmente utilizadas en pantallas tradicionales (2D). Con la reciente explosión de la Realidad Virtual es necesario estudiar y revisar todos estos conceptos para que puedan ser aplicados correctamente al desarrollo de aplicaciones sobre estas plataformas. Además, en los últimos años, gracias a la aparición de sensores capaces de proveer una interacción hombre-máquina natural, ejemplo de ello son el sensor Kinect o el sensor Leap Motion, se ha visto la posibilidad de fusionar estas interfaces de interacción naturales dentro de aplicaciones de RV, dando como resultado al usuario una experiencia todavía más inmersiva.

El Leap Motion es un claro ejemplo de dispositivo que en un principio fue creada para una fusión y ha acabado adaptándose al mundo de la realidad virtual, encontrando en este una gran mejora de usabilidad, ya que en entornos 2D era más preciso y cómodo el uso del ratón y el teclado para el control del ordenador, pero en un entorno virtual, el cual te puede permitir desplazarte en él, es más cómodo el uso de nuestras propias manos como mandos para poder navegar por las distintas interfaces de las aplicaciones, manteniendo nuestras manos totalmente libres.

Con las nuevas herramientas de desarrollo que se facilitan tanto a los profesionales como a los aficionados de las nuevas tecnologías, es cada vez más accesible y más sencillo poder desarrollar prototipos de las diferentes ideas que cualquier persona puede tener en la mente. Permitiendo invertir menos tiempo y dinero en los proyectos a desarrollar.

## Trabajos relacionados

A continuación, realizaré una revisión sobre trabajos ya existentes que considero importantes a la hora de fusionar estas dos tecnologías en el ámbito de las UI y las UX, se nombrarán investigaciones y trabajos que se están a la vanguardia.

Una interfaz no deja de ser una interacción y/o comunicación del usuario con el entorno recreado por parte de los desarrolladores. Las interfaces diegéticas surgen tras el desarrollo y perfeccionamiento de una capacidad comunicativa que ha sido explotada fundamentalmente como base del género de ciencia ficción dentro de la cinematografía.

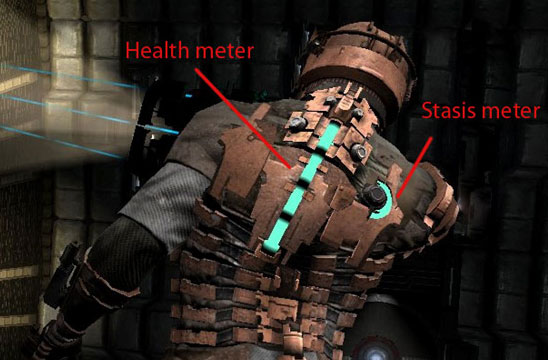


Figura 2.1 Interfaz diegética

Por ejemplo, (E. Lorentzon & M. Fagerholt 2009) decidieron llamar en su tesis a este tipo de interfaces que ayudan a la mejor inmersión por parte del consumidor “interfaces diegéticas”.

* **No Diegéticas:** Las interfaces no diegéticas, se asocian a la UI de un juego típico, es una superposición al mundo 3D. Suelen ser representadas en dos dimensiones y suelen estar a la vista en todo momento.
* **Diegéticas:** En términos de UI, son aquellas que existen en un mundo de juego, en lugar de ser superpuestas en el juego, son más utilizadas en juegos de ciencia ficción. Un ejemplo sería un jugador que quiera saber la hora, tiene que mirarla en el reloj del personaje.

Se ha desarrollado en el ámbito de las interfaces diegéticas (Salomoni, P., Prandi, C., Roccetti, M. et al. 2017) un estudio de usuario en un entorno de realidad virtual con tres tipos de interfaces. Para ello han desarrollado diferentes escenas en las que los usuarios evalúan lo cómodo que han estado según el tipo de interfaz utilizado. Las interfaces que se comparan son las interfaces diegéticas y casi diegéticas/no diegéticas.



Figura 2.2 Interfaz no diegética

El estudio se ha subdividido en dos núcleos, cada uno con una cantidad de preguntas que permitirá valorar diferentes aspectos dentro de la experiencia.

* **Presencia:** Medir en términos de en qué medida los usuarios se sintieron realmente en un lugar diferente.

En este apartado, los usuarios percibieron la interfaz diegética más inmersiva que la no diegética. Pudiendo afirmar que la interfaz no diegética penalizaba la interacción natural con el entorno virtual.

* **Eficacia de los controles:** Con qué interfaz ha sido más fácil es uso de los dispositivos físicos.

La falta de inmersión producida por los controles tuvo un impacto en toda la evaluación ya que penalizaban la naturalidad de las interacciones. Tanto en la interfaz diegética como no diegética, los usuarios destacaban la dificultad y la falta de precisión por parte de los dispositivos de control.

* **Cinetosis:** Transtorno debido al movimiento. En experiencias de realidad virtual, son frecuentes síntomas como vómitos, náuseas y falta de equilibrio tras su uso.

Algo que sorprende en este estudio, es que los usuarios no sintieron ningún síntoma de mareo durante la prueba, cosa que es un problema al usar HMDs.

**La fatiga en la RV**

Uno de las novedades en el sector de la RV desde que salieron las HTC Vive, es la posibilidad de poder desplazarte dentro de un entorno (5x5m, en el caso de las HTC Vive) y que este desplazamiento se realice también en el juego o aplicación. Esto cambia totalmente la forma tradicional de jugar a los juegos de PC, ya que se pasa de estar sentado en un sillón a tener que estar de pie y en movimiento.

Para las empresas de videojuegos provocará un gran reto el crear “obras maestras” en RV. Ya que para ello tendrán desarrollar un videojuego atractivo y que a su vez los jugadores puedan disfrutar horas y horas sin cansarse de él.

Para ello es muy importante realizar diversos estudios sobre la fatiga que sufren los usuarios al jugar a videojuegos con desplazamiento y cuánto afecta tanto de forma positiva como negativa esta nueva forma de inmersión.

Por eso, (B. Sarupuri, M. L. Chipana & R. W. Lindeman 2017) proponen la técnica de *Trigger Walking* para desplazarse en realidad virtual. Actualmente, muchas aplicaciones utilizan la teletransportación o un movimiento físico natural. Esto provoca desorientación en el caso de la teletransportación y mareos y/o fatiga en el caso del movimiento natural.

El Trigger Walking utiliza el concepto del movimiento natural al andar, pero sin la necesidad de que el usuario realice el desplazamiento. Para ello se necesita tener controladores para poder realizar esta técnica, ya que el desplazamiento se realizará con la dirección de uno de los controladores según los ejes de coordenadas respecto a los sensores. Para poder caminar, tendrá que encontrarse en una posición de reposo como en la (figura 2.1) y apretar el gatillo del controlador, en este momento se dará un paso virtual hacia la dirección que apunte el controlador.



Figura 2.3 controlador RV

Esta técnica provoca menos fática y tiene una menor de probabilidad de mareo por parte de los usuarios. Aunque es necesario estudiar más cual es la velocidad óptima a la que tiene que desplazarse si se mantiene pulsado el gatillo del controlador.

**Laboratorios Virtuales**

Las mejoras tecnológicas que estamos observando desde los últimos años hacen que sistemas como el educativo estén interesados en incluir la realidad virtual como herramienta en las aulas. Y de esta forma aumentar la motivación y aumentar el interés de los estudiantes por las diferentes asignaturas.

En el estudio (B. Sanders, D. Vincenzi & Y. Shen 2017) se demuestra que, con el descenso del precio de la tecnología, el aumento de la resolución en las pantallas y la mayor fidelidad de la realidad virtual aparecerán funciones, como el diseño de laboratorios virtuales. Es necesario entonces, hacer una investigación en el tipo de interfaz más óptima según el campo en el que se va a implementar. Por ejemplo, en el ámbito educativo, se necesitará también realizar interfaces adecuadas según la edad de los alumnos, ya que el tipo de interacciones con la aplicación será muy diferente según el curso.

Por otro lado, un campo en el que se está trabajando actualmente es en el de introducir escenarios “reales” con tecnología virtual, es decir, escenas con tan gran cantidad de realismo que te permitan teletransportarte a un lugar o época que representa. En el artículo (B. Jiménez, D. Morabito & F. Remondino 2017) se buscan soluciones a los problemas que supone introducir virtualmente escenas realistas en realidad virtual.



Figura 2.4 Escena realista 3D

Uno de los grandes problemas a la hora de implementar escenas muy realistas es que tienen una gran cantidad de detalles, esto significa que van a ser escenas con millones de polígonos y con un gran peso en memoria. Actualmente, aunque haya avanzado mucho la velocidad de procesado y los componentes hardware en nuestros ordenadores, un ordenador convencional no podrá cargar tanta cantidad de polígonos, y menos aún hacerlo de forma virtual. Por eso, es necesario aplicar a las escenas originales, algoritmos para reducir el número de polígonos, teniendo que buscar un equilibrio entre calidad y cantidad de polígonos que nuestro ordenador va a ser capaz de renderizar de forma fluida, añadiendo la dificultad de renderizarlo en dos pantallas para poder ser mostrado en unas gafas de realidad virtual.

A partir de aquí puedes seguir revisando otros trabajos relacionados, no hace falta que pongas el título de cada uno de ellos y puedes sintetizarlos/resumirlos más.

Además de trabajos de investigación puedes revisar otros documentos que encuentres:

Por ejemplo, Google acaba de publicar una guía de buenas prácticas a la hora de diseñar aplicaciones de RV, muy interesante.

<http://www.androidpolice.com/2017/05/19/google-releases-daydream-elements-new-demo-app-best-vr-practices/>

Lo mismo en Unity, tienen un documento en su documentación sobre buenas prácticas a la hora de diseñar aplicaciones de RV.

<https://unity3d.com/es/learn/tutorials/topics/virtual-reality/user-interfaces-vr>

Después de revisar todos los trabajos puedes decir algo así:

Después de revisar los trabajos más importantes desarrollados actualmente en esta línea de investigación. Creemos que es necesario un análisis detallado de las técnicas actuales, así como la propuesta de nuevas formas de interacción y controles para interfaces de usuario en RV. Además, el número de evaluaciones por parte de usuarios es todavía bajo. Por ello, en este trabajo vamos a llevar a cabo un estudio de usuario donde se evaluarán varias experiencias en RV sobre distintos grupos de la sociedad actual, de forma que podamos analizar la percepción de distintas personas con distinto nivel de conocimiento sobre estas nuevas tecnologías.

# Objetivos

El objetivo principal de este trabajo fin de grado es analizar y desarrollar buenas prácticas a la hora de diseñar interfaces de usuario en aplicaciones de realidad virtual. Además, nos vamos a centrar en el uso de modos de interacción natural, principalmente usando nuestras manos como forma de interactuar con el mundo virtual.

La realidad virtual es una tecnología que en diez años estará integrada en nuestra sociedad. Y para aumentar mis conocimientos sobre nuevas tecnologías decidí montar un entorno que integrase las tecnologías: Oculus Rift como hardware VR, Leap Motion como controlador para gestos e interacción y Unity como motor gráfico y motor de físicas.

Debido a la novedad de las técnicas de VR, no existe una clara convención sobre qué tipo de interfaces son las más adecuadas para interactuar con la escena. Por eso, estudiaremos a fondo las actuales **Interfaces de Interacción (UX/UI para VR)** y realizaremos un estudio con usuarios para sacar conclusiones sobre estas.

Se investigarán las diferentes técnicas de interacción actuales. El entorno, gracias al motor de físicas Unity, posee unas formas de interacción predefinidas y que funcionan adecuadamente, se van a estudiar y ampliar estas interacciones, desarrollando escenas para el estudio de la experiencia de usuario dentro de la aplicación con las tecnologías y medios disponibles.

Por otro lado, el juntar la realidad con la tecnología Leap Motion, me ha permitido poder investigar y los modos de interacción naturales en aplicaciones de realidad virtual. Dejando de lado mandos y dispositivos intrusivos en el movimiento natural del usuario, se centrará la experiencia de usuario en usar su propio cuerpo como si fuese un mando, es decir, tomará decisiones utilizando sus propias manos.

Teniendo claro que todo el proyecto iba a crearse sobre una base de realidad virtual, han sido varias las ideas que se han propuesto. Algunas de estas ideas se han ido modificando o descartando durante la realización este.

Aun habiendo creado una planificación desde un principio e intentando cumplir en la medida de lo posible los objetivos marcados, no siempre se puede llevar acabo totalmente. A raíz que se iba avanzando se ha tenido que ir reestructurando por limitaciones temporales, ya que era muy ambicioso añadir nuevos campos en el proyecto. Siendo complicado ya de por sí estimar el tiempo que se va a tardar en terminar un proyecto, lo es más cuando se va a realizar con tecnologías desconocidas.

# Metodología

En esta sección se describen las herramientas y tecnologías que se han utilizado en el desarrollo de mi trabajo de fin de grado. Se detallarán las características de cada una de ellas y se hará una comparativa entre las diferentes opciones que existen en el mercado para el desarrollo de este proyecto.

Para poder crear un proyecto con una calidad de acabado profesional, no nos tenemos que centrar únicamente en las herramientas de desarrollo, sino que hay que saber documentar y organizarse desde un comienzo. De esta forma se podrá ver en todo momento en qué parte del proyecto nos encontramos y todos los objetivos propuesto en una línea de tiempo que nos quedan por cumplir.

## Controladores Gestuales

La detección de gestos es un ámbito de estudio recurrente en la ciencia de la computación, haciendo uso de algoritmos matemáticos para ser capaces de detectar e interpretar dichos gestos.

Enfocado, mayoritariamente, en el reconocimiento de expresiones faciales y gestos con las manos. Interpretando el lenguaje de signos, mediante cámaras y sensores, las máquinas consiguen ser capaces de entender e interpretar los gestos realizados por las personas, logrando de ese modo un mayor HCI*.* Mediante la detección de gestos, algunos desarrolladores pretenden sustituir (o convivir) con el uso del teclado y del ratón.

### Wii Remote

El Wii Remote fue dispositivo de control de movimiento fue proporcionado por la NintendoWii. Utiliza una combinación de acelerómetros y detección infrarroja para sentir su posición en un espacio tridimensional. Perimite a los usuarios controlar el juego mediante gestos físicos y botones. Se introdujo la detección de movimiento aplicada a diversos juegos.

### Kinect

Más tarde, Kinect fue desarrollado por Microsoft para la videoconsola Xbox 360, amplió la idea del Wii Remote incluyendo el movimiento de todo el cuerpo además de eliminar cualquier elemento (mando) que se interpusiera entre la pantalla y el usuario. Esto introdujo una nueva generación de sensores de control gestual.

La propiedad de Kinetic por parte de Microsoft, podía ser una limitación a la hora de establecer un desarrollo más abierto y con mayores aspiraciones. Así lo que en un inicio fuera un interfaz para juegos con rastreo de movimientos desarrollado para la consola Xbox acabaría entusiasmando a muchos desarrolladores que al liberarse los controladores comenzarían a experimentar. El buscar un desarrollo que interpretase un lenguaje gestual para operaciones con el ordenador acabaría superando el concepto inicial de Kinetic.

### Leap Motion

Leap Motion es un pequeño sensor de control gestual que nos permite capturar con mucha precisión nuestras manos, incluyendo dedos, articulaciones y objetos. Ha conseguido acaparar todas las atenciones al tratarse de un desarrollo con la finalidad concreta de interactuar con los equipos. La interfaz 3D nos da la opción de interactuar con nuestro ordenador sin ni siquiera tocarlo, dejando de lado dispositivos convencionales como son el teclado y el ratón, o más modernos como las pantallas táctiles.

Algunas de las más destacadas son:

* Navegar por Internet, leer artículos, ver fotos, vídeos o reproducir música con sólo mover un dedo.
* Dibujar, pintar, modelar, etc. Además, se puede utilizar como herramientas un lápiz o un pincel reales.
* Introducir la mano en diferentes aplicaciones o videojuegos permitiendo agarrar objetos, girarlos, doblarlos, etc.

**API**

La API de Leap Motion viene con pocos gestos incorporados, por lo que para aplicaciones complejas es necesario que el desarrollador defina su propio conjunto de interacciones a usar. A continuación, nombraré algunas de las clases que implementa la API y que he utilizado en mi proyecto.

* **Hand:** Esta clase aporta información sobre las manos que detecta. Representada en base ortonormal, aporta datos como los grados de inclinación, radio de curvatura de la mano, posición relativa, probabilidad del movimiento de la mano del siguiente frame.
* **Finger:** Aporta información en base ortonormal sobre cada dedo detectado en cada una de las manos (mano a la que le corresponde, posición, inclinación, vector de dirección, etc.).
* **HandList:** Se trata de una lista de manos que contiene las manos detectadas simultáneamente (en Objetos hand). También existe una lista para los objetos tipo finger, que es FingerList, con métodos similares entre ambas clases.
* **Bone:** Refleja el esqueleto de la mano representada, concretamente las falanges de los dedos. La posición de la articulación, anchura, longitud o posición son algunos de los datos que se pueden extraer de esta clase.
* **Frame:** Es el conjunto de manos o dedos representados en grupo, en un único frame.
* **Listener:** La clase Listener se encarga de responder a los eventos proporcionados por el objeto Controller. Estas respuestas pueden ser configuradas y personalizadas para cambiarse por otras según el gusto del usuario. Para controlar los eventos de movimiento se instancia una subclase de Listener y se le asigna una instancia del controlador. Este controlador llama a la función establecida del Listener cuando el evento se activa.

## Realidad Virtual

Conocidos también como HMD, se distinguen fundamentalmente dos tipos: los que llevan pantalla incorporada y los que son esencialmente una carcasa destinada a que el usuario introduzca un smartphone.

### Dispositivos sin pantalla

Las gafas VR móviles, que utilizan el smartphone como pantalla, son adecuadas para ver películas en formato realidad virtual, vídeos o escenarios virtuales sencillos o ya generados. Un smartphone no tiene la potencia gráfica suficiente para generar entornos virtuales complejos en 3D. Su pantalla no está preparada para la alta tasa de refresco que exige esta tecnología. Sus sensores de movimiento también son básicos si los comparamos con plataformas como **HTC Vive o Oculus Rift**. Además, tampoco incluyen mandos de movimiento, así que toda la experiencia virtual debe llevarse a cabo sentado, sólo es posible girar la cabeza.

**Google Cardboard**

La premisa de Google Cardboard es la de transformar un smartphone cualquiera con Android en una plataforma de realidad virtual por menos de 5 dólares, gracias a los materiales necesarios. Con apenas un cartón plegable recortado y 2 lentes, es posible montar el teléfono inteligente y aprovechar las aplicaciones de Android e iOS VR.

Pueden servir para experimentarla por primera vez o para ver algún vídeo o animación pregenerada en formato RV, pero son poco más que un juguete. Las pantallas de la mayoría de los smartphones no tienen la resolución ni la velocidad de refresco suficiente, y las lentes incluidas (a veces un simple plástico) no ofrecen la amplitud de visión adecuada.

**Samsung Gear VR**

Aparato de realidad virtual desarrollado por Samsung en colaboración con Oculus VR. Es mayormente una carcasa con algunos botones y un sensor avanzado de movimiento, concebida para colocar en ella teléfonos propios de Samsung de alta gama, que harán las funciones de pantalla y de procesador informático.

Con un precio Samsung ha puesto a disposición de la comunidad de desarrolladores el kit Oculus Mobile SDK para Samsung Gear VR, pero la realidad es que las Google CardBoard consiguen hacer una función bastante similar y por un precio diez veces inferior.

### Dispositivos con pantalla

Las gafas de realidad virtual con pantalla integrada, están básicamente pensadas para explotar al máximo la experiencia de la realidad virtual. Como para en la tecnología para poder disfrutar de los últimos avances hay que pagar un precio. El coste de este tipo de dispositivos está entre los 400 y los 900 euros, además, se tendrá que tener un ordenador de alta gama, ya que se necesitan muchos recursos para poder lanzar este tipo de aplicaciones.

**Oculus Rift**

Oculus Rift es una empresa que nació de un Kickstarter y que tuvo una gran recepción por el público, tanto, que Facebook la compró y es la actual propietaria de la empresa. Las Oculus Rift son unas gafas de realidad virtual que intenta cada día mejorar la experiencia inmersiva de los usuarios.

Las Oculus Rift DK2 las cuales utilizamos en el proyecto, tienen una mayor resolución que sus antecesoras las DK1 y en vez de usar un display de tipo LCD, es de tipo OLED y con una resolución de (960x1080) por ojo. Son unas gafas que permiten un acercamiento a la idea de realidad virtual, aunque actualmente las nuevas gafas que hay en el mercado están a un nivel muy superior a este modelo del 2014.

En las próximas Oculus Rift CV2, la mejora más obvia que todo el mundo quiere es una mejor resolución, con el fin de mejorar el realismo. El 4K sería una gran mejora sobre lo que tenemos ahora. La resolución actual de Rift y Vive: 2.592.000 píxeles (2160 x 1200). De esta forma serían: 16.588.800 píxeles (3840 x 2160) por ojo. Por lo tanto, la resolución de 4K por ojo sería 6.4 veces mejor que lo que es ahora.

Los juegos y sus plataformas deben ser diseñados específicamente para funcionar correctamente con Oculus Rift. Para ello, Oculus ha creado un kit de desarrollo de software (SDK) para ayudar a los desarrolladores con la integración de Oculus Rift en sus juegos. Este incluye código, ejemplos y documentación.

**HTC Vive**

Desarrollado por HTC con la colaboración de Valve, dispone de dos pantallas de 1080x1200 píxeles (2160x1200 en total) y una frecuencia de refresco de 90 Hz. El posicionamiento absoluto lo logra al ser escaneado por los sensores Lightouse, que hay que situar en esquinas opuestas de la habitación seguirán nuestros movimientos en un espacio de hasta 5x5 metros. Dichos sensores también recogerán la posición de dos mandos, uno para cada mano, que completan este dispositivo diseñado para funcionar a escala de habitación. Dispone de una salida para auriculares integrada en el visor.

HTC Vive pertenece a un nuevo tipo de realidad virtual. En este grupo las manos forman parte del juego y el usuario ve reflejado el movimiento de las mismas en tiempo real: la posición, el giro y un distinto tipo de acciones gracias a los botones dedicados en los mandos de HTC Vive.

**PlayStation VR**

Desarrolladas por SONY, as especificaciones de las Playstation VR son **menores** que las de las HTC Vive o las Oculus, pero a cambio nos encontramos con un producto mucho más asequible en precio, siendo eso sí, desarrolladas para ser utilizadas únicamente en Playstation 4.

Estas gafas virtuales, tienen una pantalla OLED de 5,7 pulgadas, una resolución de 1920x1080 píxeles en total, una tasa de refresco entre 90 hz y 120 hz y un ángulo de visión de 100º y el tracking de la cámara tiene una distancia de 3 metros. Por otro lado, estas gafas están pensadas para jugar sentado.

## Motores

Un motor de juego te proporciona todas las herramientas para que sea más fácil para usted un juego o una aplicación. Por lo general se te proporciona un editor de niveles, un editor de materiales y un lenguaje de scripting para implementar comportamiento dinámico e interactividad.

Con un motor de juego, no tienes que preocuparte de crear algoritmos, ya que ya están implementados. Los motores suelen incorporar también, mapas de sombras para objetos dinámicos y además una iluminación global en la escena. Además, un motor incluye más herramientas aparte de renderizado, como inteligencia artificial, sonido, carga de assets, hasta exportación de su contenido en un paquete listo para instalar en tu ordenador.

**UNITY 3D 5**

Unity 3D es un motor de juegos que ofrece una amplia gama de características, su interfaz es bastante sencilla. Es multiplataforma, soportando la exportación a diversas plataformas como Windows, Android, iOS, Linux, Flash, PlayStation, etc. La última versión de Unity es 5.6 que es la que estoy utilizando en mi proyecto. Hay varias versiones disponibles según la necesidad del desarrollador o empresa. En mi caso estoy utilizando la versión estudiante ya que no necesito ninguna de las funcionalidades que de las versiones de pago.

Unity fue creado principalmente para crear juegos 3D, pero a partir de la versión 4.3 tiene soporte nativo 2D. Soporta la importación de modelos para una variedad de formatos de archivo como 3ds Max, Cinema 4D, Maya, etc. El motor de renderizado de gráfico utiliza Direct3D y OpenGL dependiendo de la plataforma de destino. La unidad está escrita en C++, y para fines de scripts soporta C#. El framework Unity3D también incluye un potente motor de física 3D nVidia PhysX, de esta forma permite que el desarrollador se centre principalmente en el producto y no tenga que preocuparse de las físicas.

**UNREAL 4**

Motor de videojuegos para realizar a parte de juegos, animaciones, visualizaciones arquitectónicas, etc. La empresa Epic Games ha liberado el motor, llevándose un 5% en caso de tener beneficios superiores a 3000€ esta medida se debe a la falta de competencia que había con otros motores como Unity y Cocos2D, ya que Unreal Engine estaba fuera del alcance de muchos desarrolladores.

La versión actual está programada en C++ y es compatible tanto con OpenGL como DirectX, siendo compatible con la mayoría de plataformas de PC y de videoconsolas. Unreal Engine también ofrece varias herramientas de gran ayuda para diseñadores y artistas facilitando la visualización de entornos o de construcciones. Aunque no es un software sencillo de utilizar, dadas sus múltiples posibilidades de desarrollo en entornos profesionales y la potencia de su motor gráfico.

# Conclusiones

Y, viéndole don Quijote de aquella manera, con muestras de tanta tristeza, le dijo: Sábete, Sancho, que no es un hombre más que otro si no hace más que otro. Todas estas borrascas que nos suceden son señales de que presto ha de serenar el tiempo y han de sucedernos bien las cosas; porque no es posible que el mal ni el bien sean durables, y de aquí se sigue que, habiendo durado mucho el mal, el bien está ya cerca. Así que, no debes congojarte por las desgracias que a mí me suceden, pues a ti no te cabe parte dellas. Y, viéndole don Quijote de aquella manera, con muestras de tanta tristeza, le dijo: Sábete, Sancho, que no es un hombre más que otro si no hace más que otro. Todas estas borrascas que nos suceden son señales de que presto ha de serenar el tiempo y han de sucedernos bien las cosas; porque no es posible que el mal ni el bien sean durables, y de aquí se sigue que, habiendo durado mucho el mal, el bien está ya cerca. Así que, no debes congojarte por las desgracias que a mí me suceden, pues a ti no te cabe parte dellas.Y, viéndole don Quijote de aquella manera, con muestras de tanta tristeza, le dijo:

# Bibliografía y referencias

E. Lorentzon & M. Fagerholt, 2009. “*Beyond the HUD – User Interfaces for Increased Player Immersion in FPS Games*”. Department of Computer Science and Engineering Division of Interaction Design. Chalmers University of Technology, Göteborg, Seweden.

P. Salomoni, C. Prandi, M. Roccetti et al. J Multimodal User Interfaces (2017).

B. Sarupuri, M. L. Chipana and R. W. Lindeman, "Trigger Walking: A low-fatigue travel technique for immersive virtual reality," 2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI), Los Angeles, CA, 2017, pp. 227-228.

B. Sanders, D. Vincenzi, Y. Shen (2017) Scale and Spatial Resolution Guidelines for the Design of Virtual Engineering Laboratories. In: Kantola J., Barath T., Nazir S., Andre T. (eds) Advances in Human Factors, Business Management, Training and Education. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 498. Springer, Cham

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

<https://www.geektopia.es/es/technology/2016/06/13/noticias/razer-muestra-la-las-gafas-de-realidad-virtual-osvr-hdk2-unas-oculus-pero-de-399-dolares.html>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual>

<https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/que-gafas-de-realidad-virtual-vr-comprar-guia-de-compras-con-todas-las-opciones-segun-tu-equipo-y-presupuesto>

<https://www.xataka.com/videojuegos/las-razer-hdk2-son-las-rivales-directas-de-las-oculus-rift-por-200-dolares-menos>

<https://www.realovirtual.com/noticias/1147/hmd-open-source-razer-basado-osvr>

<https://www.realovirtual.com/rovdb/hardware/1015/htc-vive>

<http://tvtropes.org/pmwiki/pmwiki.php/Main/DiegeticInterface>

# Anexos

**Inmersión en entorno VR:**

Una característica que se echa en falta en muchos sistemas VR actuales es una mayor inmersión de la persona en sí en el entorno. Una forma de lograr un grado de inmersión superior sería integrar las propias manos (o incluso los antebrazos) del usuario en la realidad virtual. Para ello se tendrán que reconstruir las manos del usuario empleando métodos como Kinect Fusion u otros algoritmos de registro convencionales con el objetivo de crear una malla offline texturizado. Adicionalmente, tendrá que definirse el esqueleto o rigging de las articulaciones e integrar todo ello en el entorno Unity sobre las articulaciones proporcionadas por Leap Motion.

## REALIDAD VIRTUAL

La **definición de realidad virtual** viene, naturalmente, de las definiciones para ambos "virtual" y la "realidad". La definición de "virtual" está cerca y la realidad es lo que experimentamos como seres humanos. Así 'realidad virtual' el término significa básicamente un "cuasi-realidad". Esto podría, por supuesto, significa nada, pero por lo general se refiere a un tipo específico de emulación de la realidad.

la realidad virtual es el término utilizado para describir**un entorno en tres dimensiones, generada por ordenador** que se puede explorar e interactuó con una persona. Esa persona se convierte en parte de este mundo virtual o está inmerso dentro de este entorno y mientras allí, es capaz de manipular objetos o llevar a cabo una serie de acciones.

La realidad virtual puede conducir a nuevos y emocionantes descubrimientos en estas áreas que tienen un impacto sobre nuestra vida cotidiana.

Los conceptos detrás de [la realidad virtual](http://www.vrs.org.uk/) se basan en las teorías acerca de un deseo humano desde hace mucho tiempo para **escapar de los límites del "mundo real"** al abrazar el ciberespacio. Una vez allí podemos interactuar con este entorno virtual de una manera más natural que generará **nuevas formas de interacción hombre-máquina** (HMI).

El objetivo es**ir más allá de las formas estándar de interacción**, tales como el teclado y el ratón que la mayoría de la gente trabaja con sobre una base diaria. Esto es visto como una forma antinatural de trabajo que obliga a las personas a adaptarse a las exigencias de la tecnología en lugar de al revés.

Pero un entorno virtual hace lo contrario. Se**permite a alguien para sumergirse** en un mundo altamente visual que exploran a través de sus sentidos. Esta forma natural de la interacción dentro de este mundo a menudo da lugar a nuevas formas de comunicación y la comprensión.

### Educación y formación

A pasos agigantados avanza en el ámbito de la educación, aunque aún queda mucho por hacer. Las posibilidades de la realidad virtual y la educación son infinitas y traen muchas ventajas a los alumnos de todas las edades. Pocos están creando contenido para la educación, ya que toda la atención y avances se están realizando en la industria del entretenimiento, aunque muchos dan por hecho que es lo que viene en el futuro y será una pieza clave en la educación.

En estudios universitarios esta ya es usada con fines de práctica y para generar experiencia como para diseñar modelos de arquitecturas (ingenierías) o ver algunos sistemas del cuerpo humano (medicina).

Formación o entrenamiento

El uso de la realidad virtual permite entrenar a los profesionales militares en un entorno virtual donde pueden mejorar sus habilidades sin la consecuencia de entrenar en un campo de batalla.

La realidad virtual juega un papel importante en el entrenamiento de combate para los militares. Permite a los reclutas entrenar bajo un ambiente controlado donde responden a diferentes tipos de situaciones de combate. Una realidad virtual totalmente envolvente que utiliza una pantalla montada en la cabeza (HMD), trajes de datos, guante de datos, y el arma de realidad virtual que se utilizan para entrenar en combate. Esta configuración permite que el tiempo de reposición del entrenamiento sea más corto y permite una mayor repetición en un corto período de tiempo. El entorno de entrenamiento es totalmente inmersiva, permite a los soldados entrenar a través de una amplia variedad de terrenos, situaciones y escenarios.

La realidad virtual también se utiliza en la simulación de vuelo para la Fuerza Aérea donde las personas se entrenan para ser pilotos. El simulador se instalaba en la parte superior de un sistema de elevación hidráulico que reacciona a las órdenes y eventos del usuario. Cuando el piloto dirige el avión, el módulo se gira e inclina en para proporcionar retroalimentación háptica. El simulador de vuelo puede variar desde un módulo completamente cerrado a una serie de monitores de ordenador que proporcionan el punto de vista del piloto. Las razones más importantes sobre el uso de simuladores educacionales con un avión real son la reducción de los tiempos de transferencia entre la formación de la tierra y de vuelo real, la seguridad, la economía y la ausencia de contaminación. De la misma manera, las simulaciones de conducción virtuales se utilizan para entrenar a conductores de tanques en los conceptos básicos antes de que se les permita operar el vehículo real. Por último, lo mismo pasa con simuladores de conducción de camiones, en los que los bomberos belgas son entrenados para conducir de una manera que impide el mayor daño posible. A medida que estos conductores poseen menos experiencia que otros conductores de camiones, la formación de realidad virtual les permite compensar esto. En un futuro próximo, se espera que todos los proyectos similares tengan esta capacitación, incluyendo la policía.