



## Trabajo de Fin de Grado

---

ULL-Navigation. Tecnología de  
realidad virtual en entornos  
universitarios

Alejandro Hernández Padrón

---

La Laguna, 8 de mayo de 2019

D. **Francisco de Sande González**, con DNI nº 42.067.050-G profesor Titular de Universidad adscrito al Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad de La Laguna, como tutor

## **C E R T I F I C A**

Que la presente memoria titulada:

*“ULL-Navigation. Tecnología de realidad virtual en entornos universitarios”*

ha sido realizada bajo su dirección por D. **Alejandro Hernández Padrón**, con DNI nº 42221533L

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 8 de mayo de 2019

## Agradecimientos

Mis agradecimientos al profesor Francisco de Sande González por su labor como tutor de este proyecto y orientando este trabajo.  
XXX

# Licencia



© Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons  
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0  
Internacional.

## Resumen

*Este documento constituye el trabajo de investigación del alumno durante el proceso de desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles Android mediante el uso de técnicas de realidad virtual(AR) combinadas con tecnicas de geolocalizacion .*

*Partimos de los conocimientos de programación en Java adquiridos en la asignatura: “Diseño arquitectónico y patrones” cursada en el itinerario de Ingeniería del Software. Esta asignatura, impartida en el tercer curso del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de La Laguna, ha sido la que ha sentado los fundamentos a partir de los cuáles se ha desarrollado la aplicación.*

*Durante este proyecto, el alumno ha conseguido adquirir independencia en su trabajo, visión y planificación realizando tareas de investigación, desarrollo y documentación, que han dado como resultado la obtención de conocimientos durante el proceso de trabajo.*

*También se ha investigado sobre las posibles tecnologías de realidad virtual presentes en la actualidad y su uso e implementacion en sistemas Android.*

**Palabras clave:** Aplicaciones Android, Java, dispositivos móviles, programación, Realidad Aumentada . . . . XXX

## Abstract

MI RESUMEN en Inglés

Para hacer un espaciado grande XXX

***Keywords:*** *Application for Android, Java, mobile devices, programming, Augmented Reality ... XXX*

# Índice general

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>2. Herramientas y Tecnologías</b>	<b>3</b>
2.1. Introduccion . . . . .	3
2.1.1. Android Studio . . . . .	3
2.1.2. LaTeX . . . . .	4
2.1.3. Github . . . . .	5
2.2. Tecnologías utilizadas . . . . .	5
2.2.1. El Sistema Operativo Android . . . . .	5
2.2.2. Realidad Aumentada . . . . .	6
2.2.3. Nodejs . . . . .	12
2.2.4. Mongodb . . . . .	12
<b>3. AR en entornos universitarios</b>	<b>13</b>
3.1. Aplicaciones móviles en entornos universitarios . . . . .	13
3.1.1. Descarga automática de material . . . . .	13
<b>4. La aplicación BulletPoint</b>	<b>14</b>
<b>5. Conclusiones y líneas de trabajo futuras</b>	<b>16</b>
5.0.1. Conclusiones . . . . .	16
5.0.2. Conclusions . . . . .	16
5.0.3. Líneas de trabajo futuras . . . . .	16
<b>Bibliografía</b>	<b>18</b>

# Índice de figuras

2.1. Android Studio, un IDE flexible e intuitivo. . . . .	4
2.2. Google Glass. Demostración de su uso en deportes . . . . .	7
2.3. Marker-bases AR. Demostración de su funcionamiento . . . . .	8
2.4. RA Volcán. Ejemplo de uso de RA en Educación . . . . .	10



# Introducción

Este documento comprende el trabajo de investigación y desarrollo realizado por el alumno en la consecución de su Trabajo de Fin de Grado (TFG), con el que culminará sus estudios del Grado en Ingeniería Informática cursados en la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT) de la Universidad de la Laguna (ULL).

# Capítulo 1

## Objetivos

Este TFG tiene los siguientes objetivos principales:

- Por un lado se pretende ampliar los conocimientos en tecnologías móviles en el sistema operativo *Android* [1] y en el desarrollo de aplicaciones para este sistema operativo.
- Otro objetivo presente en este TFG es que el alumno investigue y profundice en las técnicas y tecnologías de realidad virtual presentes en la actualidad.
- Por otro lado, también se pretende que el alumno se familiarice con el uso de herramientas de control de versiones utilizando *Github* [2] y de edición de textos técnicos utilizando *LaTeX* [3].
- Por último, tras las labores de investigación y recopilación de información correspondientes, se espera que el alumno aplique los conocimientos adquiridos para desarrollar una aplicación funcional que cubra las necesidades propuestas.

# Capítulo 2

## Herramientas y Tecnologías

Este capítulo tiene como objetivo presentar las distintas herramientas software y tecnologías empleadas por el alumno en el desarrollo de ULL-*Navigation*.

### 2.1. Introduccion

A continuación se explicarán brevemente las distintas herramientas software utilizadas en el proyecto.

#### 2.1.1. Android Studio

Android Studio [4] es el IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) oficial para el desarrollo de aplicaciones en Android, basado en IntelliJ IDEA [5]. Android Studio ofrece una serie de funcionalidades que han facilitado a la desarrolladora numerosas tareas, entre las cuales podemos destacar:

- Un sistema de compilación basado en Gradle[6] que ha simplificado tanto la inserción de dependencias de las distintas librerías que se han tenido que utilizar, como la compilación de la aplicación.
- Un emulador rápido y fácil de utilizar que ha ayudado a visualizar las distintas pantallas durante el desarrollo aunque no ha sido de mucha utilidad para probar el funcionamiento al ser dependiente la app de la tecnología Bluetooth.
- La facilidad para publicar cambios a aplicaciones ya funcionando sin tener que eliminar y volver a crear un nuevo APK parando la app.
- Un sistema de visualización de las diferentes pantallas muy completo, con soporte visual para añadir componentes y cambiar atributos fácilmente.

- Un sistema de depuración, con una interfaz sencilla e intuitiva.



Figura 2.1: Android Studio, un IDE flexible e intuitivo.

Se ha utilizado este IDE frente a otros como Eclipse + ADT [7] debido a que en la actualidad es el IDE oficial con soporte de Google. Se ha preferido aprender a utilizar este entorno con vistas al futuro, ya que parece que se consolidará como el preferido para los desarrolladores Android.

### 2.1.2. LaTeX

LaTeX es un sistema de composición de textos, orientado a la creación de documentos que presenten una alta calidad tipográfica. Por sus características y posibilidades, es usado especialmente en la generación de artículos y publicaciones científicas que incluyen, entre otros elementos, expresiones matemáticas, gráficos o figuras.

LaTeX está formado por un gran conjunto de macros de TeX, escrito por Leslie Lamport en 1984, con la intención de facilitar el uso del lenguaje de composición tipográfica, creado por Donald Knuth. LaTeX es software libre bajo licencia LPPL.

Se ha decidido utilizar este sistema debido al carácter profesional que aporta a los documentos. Ha sido una buena oportunidad para aprender a usar un sistema de composición de texto como este, ya que en un futuro puede ser beneficioso el saber manejar esta herramienta.

Si bien es cierto, que el uso de esta herramienta frente a otros editores más familiares ha sido algo tedioso en el inicio, es verdad que una vez acostumbrada a su uso ha resultado ser muy eficaz. En el proceso de aprendizaje se recurrió principalmente a manuales por internet, alguno a destacar en español sería [8]

### 2.1.3. Github

GitHub[2] es una forja (plataforma de desarrollo colaborativo) para alojar proyectos que utiliza el sistema de control de versiones Git. Utiliza el framework Ruby on Rails por GitHub, Inc. (anteriormente conocida como Logical Awesome). Desde enero de 2010, GitHub opera bajo el nombre de GitHub, Inc. El código se almacena de forma pública, aunque también se puede hacer de forma privada, creando una cuenta de pago.

Se ha decidido crear un repositorio en esta plataforma para poder llevar un control y una trazabilidad del proyecto. El tutor y el alumno han trabajado en este repositorio de manera conjunta. En el caso del tutor, principalmente para revisar el seguimiento semanal y llevar un control de las tareas. En el caso del alumno, para tener un repositorio donde subir los distintos elementos que se han ido generando a lo largo del trabajo. Aparte de este repositorio, también se ha abierto un segundo repositorio [9] asociado a la oficina del software libre (OSL) para subir el código una vez terminado como parte del programa de apoyo a trabajos finales libres (PATFL) [10] de la ULL.

Mediante el uso de este repositorio, el alumno ha conseguido ampliar sus conocimientos en Git y familiarizarse con la interfaz de GitHub. Previamente se había utilizado como repositorios GitLab, SVN y RTC en otros proyectos, por lo que no ha sido una complicación mayor utilizar este sistema.

## 2.2. Tecnologías utilizadas

A continuación se revisan las distintas tecnologías utilizadas en el desarrollo de la aplicación.

### 2.2.1. El Sistema Operativo Android

Android es un sistema operativo que emplea Linux en la interfaz del hardware. Los componentes del SO subyacentes se codifican en C o C++ pero las aplicaciones se desarrollan en Java. De esta manera Android asegura una amplia operatividad en una gran variedad de dispositivos debido a dos hechos: la interfaz en Linux ofrece gran potencia y funcionalidad para aprovechar el hardware, mientras que el desarrollo de las aplicaciones en Java permite que Android sea accesible para un gran número de programadores conocedores del código.

Este SO fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil: smartphones, tablets y otros dispositivos como televisores o automóviles. Fue desarrollado inicialmente por Android Inc., empresa que fue respaldada económicamente por Google y más tarde adquirida por esta misma empresa.

Actualmente tiene una gran comunidad de desarrolladores creando aplicaciones para extender la funcionalidad de los dispositivos. A fecha de hoy existen más de un millón de aplicaciones disponibles para la tienda oficial de Apps de Android, Google Play [11] sin tener en cuenta las aplicaciones de otras tiendas no oficiales, como por ejemplo, la tienda de aplicaciones de Samsung Apps [12]. XXX

### 2.2.2. Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada(RA) o Augmented Reality(AR) en inglés es el término que se usa para definir la visión de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico. Este dispositivo, nos permite expandir nuestro mundo físico añadiendo capas de información digital generadas por un computador, como pueden ser imágenes, sonidos y videos a nuestra visión del entorno en tiempo real. RR

AR esta cambiando la manera en la que sus usuarios pueden ver el mundo, actualmente es una tecnología que se encuentra en auge debido a su enorme potencial, del cual podremos ver sus frutos en un futuro no muy lejano. RR

Sus posibles aplicaciones no tienen limites, pueden llegar desde reconocer plantas e incluso monumentos y mostrar información sobre lo que se esta viendo, hasta añadir información en tiempo real en una operación a un paciente, comprobar como queda un mueble en tu salón o sus aplicaciones para realizar videojuegos como podemos ver con el reciente éxito de Pokemon Go!. AA

A continuación se explicará en detalle:

- ¿Como funciona esta tecnología?
- Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual
- Realidad Mixta
- Futuro y usos de la RA
- RA SDK en Android Studio

#### ¿Como funciona esta tecnología?

RA necesita de un dispositivo de visualización en el que mostrar esta unión del entorno real junto con la información digital. Esta unión puede ser visualizado en múltiples dispositivos: pantallas, gafas, dispositivos portátiles, smartphones, etc.

Además de estos sistemas de visualización, necesitaríamos de un sistema de computación que realice los cálculos y reciba los datos provenientes de múltiples sensores, es decir: una CPU, una GPU, RAM, GPS, WIFI, bluetooth, acelerómetro,

giroscopio, cámara, etc. Gracias a estos elementos el sistema puede reconocer el entorno real.

Todo esto necesita una parte software. El software en una primera parte deberá de reconocer el terreno, ubicaciones, objetos e imágenes, mediante las imágenes obtenidas de la cámara y los datos de los sensores. Este proceso de transformación de diferentes conjuntos de datos a un sistema de coordenadas se llama registro de la imagen.

Posteriormente el software deberá reestructurar el mundo real en función del registro de imágenes[13] del primer paso, añadiendo y combinando la información correspondiente al entorno para generar nuestra imagen de AR. Existen múltiples maneras en las que se puede reestructurar este mundo.



Figura 2.2: Google Glass. Demostración de su uso en deportes

## Tipos de RA

Existen hoy en día cuatro tipos de RA.

- Marker-bases AR. Se basa en el reconocimiento de imágenes conocidas como marker o marcadores. Los marker son imágenes distintivas que son reconocidas por nuestro dispositivo fácilmente ya que contienen puntos visuales únicos. Un buen ejemplo de este tipo de imágenes son los conocidos código QR[14], también tiene usos en el reconocimiento de textos para su traducción o para crear simulaciones de objetos 3D o arquitecturas sin llegar a construirlas de forma física. RR
- Markerless AR. Corresponde a la RA que recoge los datos de su posición, orientación y localización para mostrar la información correspondiente a ese área. Estos sistemas utilizan los datos obtenidos del GPS, brújula, giroscopio y acelerómetro para establecer la ubicación del usuario. Este tipo de RA puede proveer de ayuda viajeros que necesiten una mano para moverse por



Figura 2.3: Marker-bases AR. Demostración de su funcionamiento

la ciudad, ya que mediante el reconocimiento de su ubicación y la orientación pueden mostrarles la ruta para llegar a su destino o mostrarle información de los puntos de interés que les rodean.

- Pojection-based AR. Este tipo de RA consiste en la proyección de luz en superficies y objetos en el mundo real. Existen muchos usos interesantes de esta tecnología, como aplicaciones para el uso de teclados virtuales proyectados que reconozcan cuando una "tecla" es pulsada. Esta proyección también se puede hacer en medio del aire con ayuda de la tecnología de láseres de plasma.
- Superimposition-based AR. Esta tecnología reemplaza la imagen original por una de AR, de forma completa o parcial. El reconocimiento de objetos juega un papel fundamental en este tipo de tecnología. Tiene gran utilidad el campo de la medicina, por ejemplo un doctor podría examinar a un paciente mientras ve la imagen de RA que se creó a partir de una visión de rayos X y la imagen real de paciente, así puede ver y entender mejor el daño en un hueso.

### Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual

En los últimos años la Realidad Virtual(RV) [15] o Virtual Reality(VR) en inglés y la Realidad Aumentada han empezado a recibir mucha más atención. Llevando a desarrolladores llevar a cabo integraciones de ambas tecnologías en numerosas industrias.

De acuerdo a un análisis de expertos, decía que la RV iba tener el liderazgo por 2018 como tecnología pionera, sin embargo la RA va tener mucha más importancia



y a largo plazo, llegando a formar parte de nuestro día a día.

Realidad Virtual es un entorno de escenas u objetos de apariencia real. Aleja al usuario del entorno real y da la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno es contemplado por el usuario a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de realidad virtual. Este puede ir acompañado de otros dispositivos, como guantes o trajes especiales, que permiten una mayor interacción con el entorno así como la percepción de diferentes estímulos que intensifican la sensación de realidad.

La Realidad Aumentada no aísla al usuario del mundo exterior, sino que lleva al mundo real objetos no existentes al mundo real mediante la superposición de imágenes en tiempo real.

### **Realidad Mixta**

Existe otro tipo de tecnología que nace de la unión de Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, la Realidad Mixta(RM) [16]. Es un tipo de realidad similar a la Realidad Aumentada pero con una idea más ambiciosa de mezclar lo real con lo virtual. La RM es mucho más inmersiva que la realidad aumentada y requiere de mucho más poder de procesamiento.

Un ejemplo del uso de esta tecnología puede ser el mejorar los métodos de aprendizaje de los estudiantes, mediante simulaciones de tareas construidas virtualmente en un entorno real.

### **Futuro y usos de la AR**

Actualmente la Realidad Aumentada la tenemos más mano que en años. Dispositivos como los smartphones ya nos traen y nos enseñan las primeras muestras de esta tecnología, la cual está en sus primeros años de desarrollo pero ya se puede ver el potencial y la enorme importancia que va a tener en un futuro.

Los usos actuales de esta tecnología se acercan a todos los sectores conocidos:

- Realidad Aumentada en Educación. La llegada de la RA afectará a los procesos convencionales de aprendizaje. La RA tiene la capacidad de cambiar el horario y el lugar en el que se estudia y la posibilidad de introducir nuevos métodos de enseñanza.

Actualmente gran parte de la población joven tiene un smartphone el cual es un medio hábil para la RA. Por lo tanto se dan unas condiciones idóneas para que la RA profundice en el campo de la Educación y se hagan más descubrimientos ya que cada estudiante va a tener un dispositivo a mano capaz de reproducir la RA, lo cual puede ayudar a los estudiantes a tener contenidos más accesibles sobre cualquier asignatura o conseguir que información compleja sea más fácil de entender. Un ejemplo claro sería la

creación de libros interactivos que la ser apuntados con las cámara del móvil muestren el funcionamiento en 3D de un volcán o del latido de un corazón.

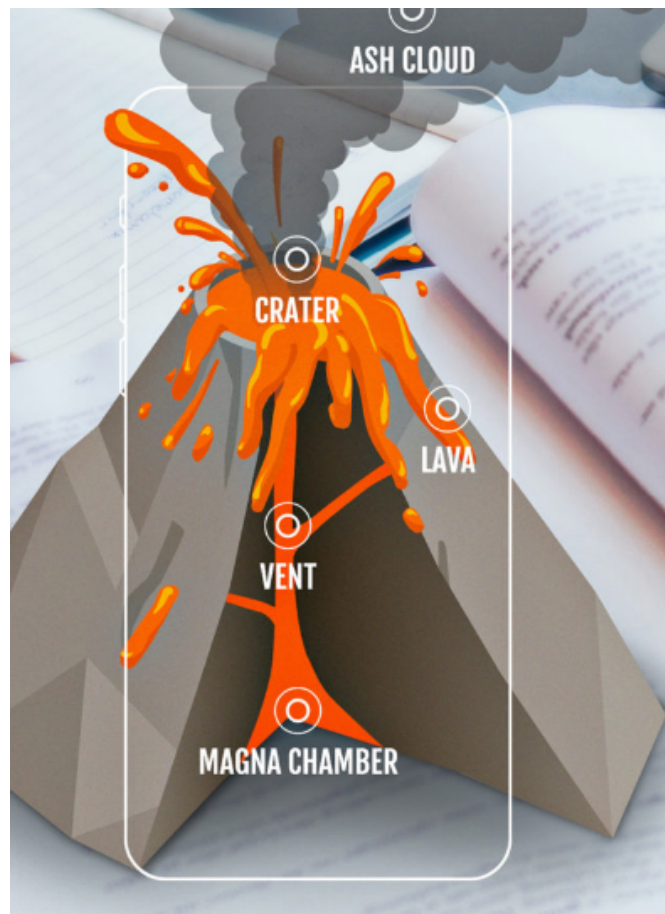


Figura 2.4: RA Volcán. Ejemplo de uso de RA en Educación

- Realidad Aumentada en Turismo. El negocio del turismo siempre ha intentado estar al día con la nueva tecnología para poder ofrecer nuevos servicios, formas de publicitarse, transporte y actividades de ocio. Por eso no es raro que la RA se haya hecho un hueco en este sector debido al potencial que tiene para mejorar la experiencia de los turistas.

Posibles usos en este sector son la puesta de guías turísticas que faciliten a los usuarios de estas moverse por la ciudad, señalando puntos de interés, datos históricos, restaurantes, hoteles, etc. El mismo concepto podría aplicarse en museos y zoos. Otro uso interesante sería el de romper la barrera del lenguaje gracias a la traducción inmediata de señales, textos y anuncios, al idioma del turista.

- Realidad Aumentada en Medicina. En cuanto a la Medicina, es interesante ver como avanza la tecnología en este campo pero a su vez es bastante difícil de prever que tipo de ventajas nos ofrecerá.

Los principales usos que se plantean se encuentran enfocados principalmente en los quirófanos, en los que el especialista o cirujano monte una especie gafas-pantalla que le permita realizar la operación sin la necesidad de apartar la vista del paciente para consultar información o ir monitorizando la operación. Esto se traduce en operaciones mas rápidas y seguras sin que el cirujano se despiste. A su vez esto podría mostrar información anatómica sobre el paciente en tiempo real, es decir gracias a algoritmos de inteligencia artificial permitir identificar nervios, venas mayores y huesos y que esto sean marcados con un distinto color, facilitando mucho las labores de los médicos.

- Realidad Aumentada en los Videojuegos. Uno

## AR SDK en Android Studio

- Vuforia Es un SDK disponible para todas la plataformas(android, IOS, windows)y para Android Studio. Es muy potente para el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual, ya sea para el reconocimiento de imágenes, escanearlas, reconocimiento de múltiples objetos, reconocimiento y superficies planas. Ademas también permiten el reconocimiento de acciones realizadas por el usuario para la interaccion con los distintos elementos disponibles. El uso de esta SDK esta principalmente enfocado para trabajar junto Unity.
- Kudan es el principal rival de Vuforia, facil de usar y eficiente, usa SLAM para el reconociento de objetos e imagenes. Tiene una licencia gratis para desarrolladores, una de sus desventajas es que tiene problemas con su key pare empezar a desarrollar y que a veces tiene problemas con el editor de Unity.
- EasyAr en su version Free, tienes soporte para todas la plataformas y para Android Studio. Contiene reconocimiento de imagenes planas, reconocimiento de imagenes multiples con deteccion de refleco y oclusion, reconocimiento limitado de imagenes en la nube. Su version mas potente se llama SLAM y solo es disponible para la versión de pago.
- Maxst ofrece reconociento de objetos de imagenes, SLAM, multiplataforma, facil de usar. Optimizado para moviles, incluso con bajos recursos Se puede utilizar con android studio, tienen un plan para desarrolladores free, con acceso a la mayoria de funcionalidades de su SDK.
-

### **2.2.3. Nodejs**

### **2.2.4. Mongoddb**

# Capítulo 3

## AR en entornos universitarios

En este capítulo ...

### 3.1. Aplicaciones móviles en entornos universitarios

- XXX
- XXX

#### 3.1.1. Descarga automática de material

## Capítulo 4

### La aplicación BulletPoint

```
1 package com.bulletpoint.ull.bulletpoint.busclasses;
2
3 public class Arrival {
4     //This class is used to store the data coming from TITSA.
5     private String stopCode; //Stop code, each beacon is associated with one of these.
6     private String stopName;
7     private String destination; //It's coming faulty from TITSA, so we will parse TITSA webpage
8     //    looking for it.
9     private String hour;
10    private String travelId;
11    private String lineNumber;
12    private String minutesForArrival;
13
14    public String getStopCode() {
15        return stopCode;
16    }
17
18    public void setStopCode(String stopCode) {
19        this.stopCode = stopCode;
20    }
21
22    public String getStopName() {
23        return stopName;
24    }
25
26    public void setStopName(String stopName) {
27        this.stopName = stopName;
28    }
29
30    //...
31 }
```

Listado 4.1: La clase *Arrival* donde quedan contenidos los datos de cada llegada.

# Capítulo 5

## Conclusiones y líneas de trabajo futuras

En este capítulo se presentarán las conclusiones a las que se ha llegado tras realizar este TFG y discutiremos posibles líneas de trabajo futuras.

### 5.0.1. Conclusiones

### 5.0.2. Conclusions

Nowadays, beacon technology is still on a development phase. By itself can be quite limited due to its functioning. The physical and positional limitations require a deep analysis in order to place devices the best way. On the other hand, each specific beacon provider tries to use his own SDKs to develop the applications. Depending on the case, fees might be applied so, working with this technology can end up being not money-saving and make things difficult for many developers.

### 5.0.3. Líneas de trabajo futuras

- Acceso a instalaciones deportivas, educativas o de diversa índole.
- Contratación de servicios en diferentes puntos: alquiler de bicicletas en puntos de alquiler, pago de entradas en las inmediaciones de un evento.
- Anuncios o promociones de diverso tipo, relacionados tanto con la universidad como con establecimientos comerciales cercanos al campus.
- Servicios de guía dentro del campus, con puntos de interés para el alumnado.

Son múltiples las posibilidades que se le pueden dar a esta tecnología. En otros sectores como el turismo o la medicina también están empezando a tener relevancia,



con lo que podemos confirmar que no es una tecnología aislada, sino que poco a poco se está abriendo paso en el mercado.

# Bibliografía

- [1] Android: **Android**. [<https://www.android.com/>] 2008, [<https://developer.android.com/studio/index.html>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 2
- [2] Github: **Repositorio Github** 2008, [<https://github.com/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 2, 5
- [3] LaTeX3 Project: **LaTeX** 1985, [<https://www.latex-project.org/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 2
- [4] IntelliJ: **Android Studio** 2014, [<https://developer.android.com/studio/index.html>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 3
- [5] IntelliJ IDEA: **IntelliJ IDEA** 2001, [<https://www.jetbrains.com/idea/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 3
- [6] **Gradle** 2007, [<http://gradle.org/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 3
- [7] Google, Inc: **Eclipse con ADT plugin** 2012, [<https://marketplace.eclipse.org/content/android-development-tools-eclipse>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 4
- [8] **Manual de Latex en español** 2004, [<http://www.fing.edu.uy/~canale/latex.pdf>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 4
- [9] **Repositorio de la aplicación ULL-NAVIGATION** [<https://github.com/alehdezp/TFG-ULL-NAVIGATION>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 5
- [10] **Plataforma del Programa de Apoyo a Trabajos Finales Libres** [<http://osl.ull.es/programa-apoyo-trabajos-finales-libres/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 5

- [11] **Google Play** [<https://play.google.com/store>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 6
- [12] **Samsung Apps** [<http://www.samsung.com/es/apps/mobile/galaxyapps/>]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 6
- [13] **Registro de Imagenes** [[https://es.wikipedia.org/wiki/Registro\\_de\\_la\\_imagen](https://es.wikipedia.org/wiki/Registro_de_la_imagen)]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 7
- [14] **CodigoQR.** [[https://es.wikipedia.org/wiki/Codigo\\_QR](https://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_QR)]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 7
- [15] **Realidad Virtual.** [[https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_virtual](https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual)]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 8
- [16] **Relidad Mixta.** [[https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_mixta](https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_mixta)]. [[Disponible electrónicamente. Último acceso, julio de 2018]]. 9