



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería  
Informática**

**Flutter Games**



Presentado por Samuel Casal Cantero  
en Universidad de Burgos — 20 de julio  
de 2020

Tutores: Dr. César Ignacio García Osorio  
Dr. José Francisco Díez Pastor







UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



D. José Francisco Díez Pastor y D. César García Osorio. profesores del departamento de Ingeniería Informática. área de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Expone:

Que el alumno D. Samuel Casal Cantero, con DNI 71301273p, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado Flutter Games.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 20 de julio de 2020

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

Dr. César Ignacio García Osorio

Dr. José Francisco Díez Pastor





## Resumen

Actualmente, vivimos en una sociedad marcada por las nuevas tecnologías, incluso se puede llegar a decir que se han convertido en algo imprescindible.

Además, el mercado de las aplicaciones móviles está en constante crecimiento. Por lo que como ingenieros informáticos nos tenemos que preparar para esta nueva realidad.

El presente trabajo tiene como objetivo principal desarrollar una aplicación para el sistema operativo Android. Consiste en una colección de juegos, con el fin de entretener a los usuarios y poder conseguir rendimiento económico mediante los anuncios que esta incluye.

La aplicación se ha desarrollado en Flutter. Este entorno ofrece la posibilidad de crear aplicaciones para: Android, iOS y web, de una manera ágil. Con la gran ventaja de que conlleva un ahorro de costes para los desarrolladores, ya que no necesitan saber código nativo.

## Descriptores

*Android, Flutter, Dart, Visual Studio Code, Android Studio, Github, Firebase, Firestore, Play Store, Google ...*

## Abstract

Currently, we live in a society marked by new technologies, it can even be said that they have become something essential.

Furthermore, the mobile application market is constantly growing. So as software computer engineers, we have to prepare for this new reality.

The main objective of this work is to develop an application for the Android operating system. It consists of a collection of games, to entertain users and to achieve economic performance through the ads it includes.

The application has been developed in Flutter. This framework offers the possibility of creating applications for: Android, iOS and web, in an agile way. With the great advantage that it brings cost savings for developers, because they do not need to know the native code.

## Keywords

*Android, Flutter, Dart, Visual Studio Code, Android Studio, Github, Firebase, Firestore, Play Store, Google ...*



---

# Índice general

---

<b>Índice general</b>	<b>III</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>V</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>VI</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Estructura de la memoria . . . . .	3
<b>Objetivos del proyecto</b>	<b>5</b>
2.1. Objetivos generales . . . . .	5
2.2. Objetivos técnicos . . . . .	5
2.3. Objetivos personales . . . . .	6
<b>Conceptos teóricos</b>	<b>7</b>
3.1. Aplicaciones nativas . . . . .	7
3.2. Aplicaciones híbridas mediante Framework . . . . .	8
3.3. Flutter . . . . .	11
<b>Técnicas y herramientas</b>	<b>15</b>
4.1. Sistema Operativo . . . . .	15
4.2. Control de versiones . . . . .	16
4.3. Gestión de proyectos . . . . .	18
4.4. Entorno de desarrollo integrado (IDE) . . . . .	19
4.5. Entorno de virtualización . . . . .	20
4.6. Herramientas de comunicación . . . . .	20
4.7. Documentación . . . . .	21

4.8. Herramientas . . . . .	22
4.9. Metodologías . . . . .	23
4.10. Bibliotecas . . . . .	23
<b>Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto</b>	<b>27</b>
5.1. Comienzo del trabajo final de grado . . . . .	27
5.2. Proceso de aprendizaje y búsqueda de información . . . . .	28
5.3. Flutter es asíncrono . . . . .	28
5.4. Play Store . . . . .	30
5.5. AdMob . . . . .	30
<b>Trabajos relacionados</b>	<b>33</b>
<b>Conclusiones y Líneas de trabajo futuras</b>	<b>35</b>
7.1. Conclusiones . . . . .	35
7.2. Líneas de trabajo futuras . . . . .	36
<b>Bibliografía</b>	<b>39</b>

---

# Índice de figuras

---

1.1. Cuota de mercado . . . . .	2
3.2. Encuesta en Forocoche . . . . .	9
3.3. Inicio de sesión . . . . .	13
3.4. Ejemplo de Analytics . . . . .	14
4.5. Herramienta Zenhub Kanban . . . . .	18
4.6. Desarrollo en cascada . . . . .	24
4.7. Cuaderno . . . . .	25
5.8. Ejemplo de Future . . . . .	29
5.9. Banner . . . . .	31
5.10. Métricas usuarios . . . . .	32
5.11. Pagos adMob no van . . . . .	32

---

# Índice de tablas

---

3.1. Herramientas y lenguaje nativos . . . . .	7
--	---

---

# Introducción

---

Quiero comentar brevemente que la idea inicial para el proyecto no era la de crear una aplicación para dispositivos móviles. Si no que se pensó en otros trabajos previos a Flutter Games:

- A finales del 2019 la idea era hacer el proyecto final de grado dentro de la empresa donde me encontraba haciendo las prácticas extracurriculares (ITCL). El trabajo consistía en una aplicación de reconocimiento de la mosca de la fruta en imágenes. Pero no prosperó.
- La siguiente propuesta de mis tutores fue la de trabajar con la herramienta *Knime* junto con *Moodle*. Dedique muchas horas a este proyecto, pero era de investigación y no me motivaba, por lo que se acabó descartando esta opción.

Finalmente, para no perder la convocatoria me decanté por hacer una aplicación Android mediante Flutter [?]. El porque de esta decisión es que la cuota de mercado para este sistema operativo es enorme [?], con un fuerte crecimiento hasta 2018 cuando se estabilizó. Actualmente es el líder del mercado como podemos ver en la siguiente imagen [1.1](#).

También se debe remarcar que la cuota de mercado de los sistemas operativos tradicionales no para de descender, lo que implica que los móviles han venido para quedarse, pero no para sustituir a los ordenadores. Por lo que es una apuesta de futuro aprender el desarrollo de estas aplicaciones móviles, ya que la demanda es muy grande.



Figura 1.1: Cuota de mercado

Básicamente me decanté por Flutter porque permite la creación de aplicaciones para dos sistemas operativos (Android e iOS) y web. Todo ello programando en un mismo lenguaje, con las ventajas que esto conlleva, además al ser de Google, ofrece un gran soporte.

El contenido de la aplicación está basado en una colección de videojuegos. De tal manera que esto sería el hilo conductor con el que poder tocar gran cantidad de tecnologías y aprender en profundidad del funcionamiento de Flutter.

**La colección inicial de juegos** se contará con estos dos primeros juegos:

- **Cuatro en raya online.**
- **Snake o juego de la serpiente**

El juego de la serpiente contará con un ranking con el que poder compartir las puntuaciones. El objetivo es que entre los jugadores pueda haber un reto de ver quien consigue la mejor puntuación. Este ranking mostrará en orden descendente de mayor a menor puntuación obtenida por cada uno de los jugadores.

En definitiva se desea hacer un juego lo más parecido a un producto real, subido en la *Play Store*, con unos juegos iniciales (Snake y cuatro en raya online), publicidad para sacar rendimiento económicos y poder compartir la puntuación del snake en un ranking.

## 1.1. Estructura de la memoria

La memoria sigue la siguiente estructura:

- **Introducción:** breve descripción del problema a resolver y la solución propuesta. Estructura de la memoria y listado de materiales adjuntos.
- **Objetivos del proyecto:** exposición de los objetivos que persigue el proyecto.
- **Conceptos teóricos:** explicación de los conceptos teóricos clave para el entendimiento de la aplicación.
- **Técnicas y herramientas:** listado de técnicas metodológicas y herramientas utilizadas para gestión y desarrollo del proyecto.
- **Aspectos relevantes del desarrollo:** exposición de aspectos destacables que tuvieron lugar durante la realización del proyecto.
- **Conclusiones y líneas de trabajo futuras:** conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto y posibilidades de mejora o expansión de la solución aportada.





---

# Objetivos del proyecto

---

A continuación, se detallan los objetivos que han motivado la realización de este proyecto así como los resultados que se desean conseguir.

## 2.1. Objetivos generales

- Desarrollar una aplicación para *smartphone*.
- Implementación y despliegue de la app en la tienda de Google.
- Obtener el rendimiento económico mediante publicidad.
- Hacer que los usuarios pasen un buen rato.
- Colección de juegos, inicialmente contara con el cuatro en raya y el snake.F
- Mostrar quién es el creador de la aplicación, con el fin de poder usar esta como *portfolio*.
- Desarrollar juegos.

## 2.2. Objetivos técnicos

- Aprender una alternativa moderna a javascript mediante Dart.
- Comprender el funcionamiento de Flutter.
- Entender la utilización de los *Futures* en Flutter.

- Control de versiones con la herramienta GitHub, mediante comandos a través de GitBash.
- Generar documentación de todo el proceso en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.
- Realizar una planificación mediante *Scrum* eficiente, a través de la herramienta ZenHub, integrada en GitHub.
- Usar las herramientas telemáticas para las reuniones con los tutores del trabajo final de grado.
- Conocer y aprender a usar las herramientas que proporciona el *Cloud Services* de Google.
- Diseñar la arquitectura de la aplicación.

## 2.3. Objetivos personales

- Adquirir el conocimiento necesario para desarrollar aplicaciones móviles y multiplataforma. Es decir, para tres entornos: Android, iOS y web.
- Aprobar el trabajo de fin de grado, ya que es un reto.
- Estudiar como generar documentación en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.
- Comprender el funcionamiento de la comunicación entre una aplicación y los servicios en la nube.
- Reforzar los conocimientos adquiridos durante la carrera.
- Investigar diferentes herramientas para solventar los problemas que surjan.
- Adquirir las nociones necesarias para poder llevar proyectos.
- Conseguir manejarme en entornos de incertidumbre.

---

## Conceptos teóricos

---

El proyecto cubre todo el proceso de creación de la aplicación, desde el diseño, implementación del código, hasta el despliegue de la misma en la *Play Store*. Para ello se ha tenido que realizar un proceso de búsqueda para determinar que herramientas, lenguajes de programación, entornos de desarrollo son los más apropiados para un despliegue ágil.

Todo esto se sitúa en un mercado altamente competitivo, con una gran variabilidad (usuarios, empresas, desarrolladores ...) y con un constante cambio.

### 3.1. Aplicaciones nativas

Estas se denominan así porque se desarrollan en el lenguaje nativo de cada uno de los sistemas operativos. Dependiendo de la plataforma en la que se desee crear esta nueva aplicación requerirá conocer un lenguaje de programación y un entorno de desarrollo en concreto. A continuación se muestra una tabla 3.1 con las herramientas y lenguajes nativos:

Sistema Operativo	Lenguaje Programación	Entorno
Android	Java	Android Studio
iOS	Objective C, Swift	Xcode

Tabla 3.1: Herramientas y lenguaje nativos

Las ventajas principales son: están desarrolladas directamente sobre la capa nativa del dispositivo, el rendimiento será óptimo y todas las funcionalidades y características estarán disponibles desde el primer momento.

Entre las desventajas: el elevado coste y mantenimiento, ya que requiere personal más especializado, con mayor tiempo destinado al desarrollo. Pero el mayor inconveniente lo encontramos en que el código nativo de una plataforma no puede ser reutilizado para la otra. Algo que los frameworks actuales están empezando a ofrecer.

## 3.2. Aplicaciones híbridas mediante Framework

Un framework (término de origen anglosajón: marco de trabajo) [?], es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definido, normalmente por módulos de software concretos, que sirve de base para la organización y el desarrollo de software. Las ventajas que ofrece son varias, entre las que se puede destacar:

- **Único código fuente:** desarrollo de aplicaciones multiplataforma con un único lenguaje, reduciendo los costes de creación, mantenimiento y recursos destinados. Actualmente no todos los frameworks ofrecen esto, pero en la gran mayoría sí que se está integrando, ya que existe una gran lucha por la competitividad.
- **Evita repetición de código:** las partes más usadas, pasan a ser algo del *core* del framework o simplemente que se pueden reutilizar fácilmente.
- **Uso de buenas prácticas:** están basados en patrones de diseño que nos obligan a usar.
- **Elementos avanzados integrados:** dispone de librerías nativas que ofrecen *Widgets* o funcionalidades de gran calidad, que llevan mucho tiempo implementar, o que la creación de los mismo desde cero, no llegaría a obtener una calidad del mismo nivel.
- **Desarrollo ágil:** por los factores anteriores, podemos centrarnos más en la lógica de negocio de la aplicación que se desea hacer de una manera más rápida y segura.

Por lo tanto, es necesario trabajar mediante frameworks, ya que nos garantiza una aplicación de mayor calidad que si la hacemos en código nativo.

## Opciones disponibles

En el mercado existen muchos frameworks disponibles para el desarrollo de aplicaciones móviles, por lo que decantarse por uno no es tarea sencilla, ya que cada uno tiene sus pros y contras. En una encuesta realizada a mediados del 2019 en el siguiente foro: Forocoches [?], uno de los más recomendados era Flutter, como se puede ver en la imagen 3.2:



Figura 3.2: Encuesta en Forocoches

Uno de los objetivos a la hora de encontrar el framework con el que hacer la aplicación, es que abarque el mayor número de dispositivos y usuarios. Es decir, que sea un framework *crossplatform* o multiplataforma .

### Ionic

Ionic [?] se basa en los lenguajes de programación: Javascript, HTML y CSS. Internamente esta basado en otro framework, como es AngularJS. La licencia es *Open Source*, fue lanzado en el 2013 y permite el desarrollo para iOS y Android. Ha sufrido gran cantidad de cambios desde entonces.

Ventajas:

- Una amplia comunidad de usuarios.
- Documentación extensa y de calidad.

Algunas de las desventajas:

- Rendimiento algo menor, ya que no se desarrolla de forma nativa.
- Bibliotecas en constante cambio y evolución, más que ser algo bueno, puede que deje a la aplicación fuera de versión y se tenga que hacer otra vez.

## React native

React native [?] fue creado en 2015 de la mano de Facebook. La licencia que tiene es MIT. La diferencia que tiene con React original, es que no manipula el DOM, por lo que tampoco usa HTML o CSS. Se programa en Javascript. Las aplicaciones más conocidas que usan este framework son Instagram y Facebook.

Ventajas:

- Gran comunidad de usuarios y herramientas.
- Mejora de las funcionalidades constantemente.

Algunas de las desventajas:

- Rendimiento algo menor.
- No es código nativo, pero casi, por lo que no tiene soporte oficial de Google y Apple.

## Xamarin

Xamarin [?] creado por Microsoft en el 2011, por lo que está desarrollado en .NET, siendo propietario.

Ventajas:

- Permite el desarrollo de iOS, Android, web y nativas de escritorio.
- Puede llamar a fragmentos de código en otros lenguajes usados en otras plataformas.
- Soporte para *wearables* o dispositivos que se pueden llevar puestos.

Algunas de las desventajas:

- Acceso limitado a las bibliotecas.
- El soporte es escaso y las actualizaciones son poco frecuentes.
- Comunidad pequeña comparada con otras.
- Aplicaciones de mayor tamaño.
- Mayor coste que otras.

## Otros

Hay muchos otros, como Kotlin, Apache Cordova, jQuery Mobile, Native script... Pero no me convencieron por diversas razones, como la curva de aprendizaje, costes, dificultades técnicas, entre otras.

## 3.3. Flutter

Flutter [?] es un SDK de código abierto creado por Google a finales del 2018. Permite que los desarrolladores puedan crear aplicaciones para iOS, Android y web.

Se encuentra escrito en Dart, que es un lenguaje de programación creado por Google en 2011. Pretende conseguir una mejora del lenguaje Javascript, pero sin querer sustituirlo. Es decir, ofrecer mejores resultados y alternativas para algunos problemas, siendo una herramienta de mayor calidad para proyectos más grandes y que necesitan un desarrollo veloz.

Flutter es una herramienta muy reciente, con la que se pueden hacer aplicaciones comerciales para varias plataformas sin tener que programar exclusivamente para cada una de ellas. Ya que nos ofrece la compilación nativa directamente, reduciendo los costes a la hora de tener que llevar proyectos en los que sea necesario estar varias plataformas.

Las características más importantes son:

- Desarrollo rápido de las aplicaciones. Cuando se dice rápido es porque permite *hot reload*. Lo que significa carga en caliente durante la fase de desarrollo. Implica que no es necesario tener que compilar todo el código, sino aquellas partes que fueron modificadas. Lo que permite en tiempo de ejecución ver los cambios.
- Está muy optimizado, con una evolución y soporte constante.
- Es un lenguaje de programación respaldado por Google, con lo que esto conlleva. Seguridad, confianza, fiabilidad, APIs distintas: mapas, reconocimiento facial, traductor ...).
- La integración con el sistema operativo Android es mucho más eficaz, ya que este también pertenece a Google.
- Cuando se compila lo hace a nativo, ofreciendo una ganancia de rendimiento.

- La curva de aprendizaje es baja, en el caso de que sepamos Javascript, Typescript o Esccascript. Pero en caso contrario, no es especialmente empinada.
- La calidad de las animaciones y transiciones.

Las desventajas que tiene son:

- La mayor parte de la documentación se encuentra en inglés, pero es más problema del desarrollador, que de la propia documentación del framework.
- Las aplicaciones ocupan más espacio que las nativas, ya que suelen incluir el SDK al completo.
- Al ser tan nuevo, tiene algunos problemas, no ofrece todas las funcionalidades, como las que tienen otras plataformas. Google lo sabe y está trabajando mucho en ello.
- Es una comunidad pequeña, pero ha crecido en dos años más que otras en tiempos similares.

Al final me decanté por este Framework básicamente porque es algo nuevo y disruptivo. El respaldo de Google se me presentaba como garantía, con la tranquilidad que eso conlleva. Es decir, todo el *cloud services de Google* se puede integrar con gran facilidad. Otra de las cosas que me incentivaron a elegirlo es que la comunidad lo a recibido con los brazos abiertos, como se puede ver en la encuesta 3.2 anterior, se encuentra entre los favoritos de los desarrolladores.

## Firestore

Firestore [?] es una plataforma para el desarrollo de aplicaciones web, Android e iOS, creada por Google en el 2014. Esta en la nube, formando el *Google Cloud Plataform*, que consta de un conjunto de herramientas para dotar de una calidad enorme a los proyectos. Ya que permite la integración del ecosistema de Google como un todo.

Fue integrada en el proyecto por el hecho de ser un servicio gratuito y que aportaba gran valor a la aplicación. Firestore pasa a ser de pago cuando la app tiene que escalarse a un nivel más grande, por el crecimiento en

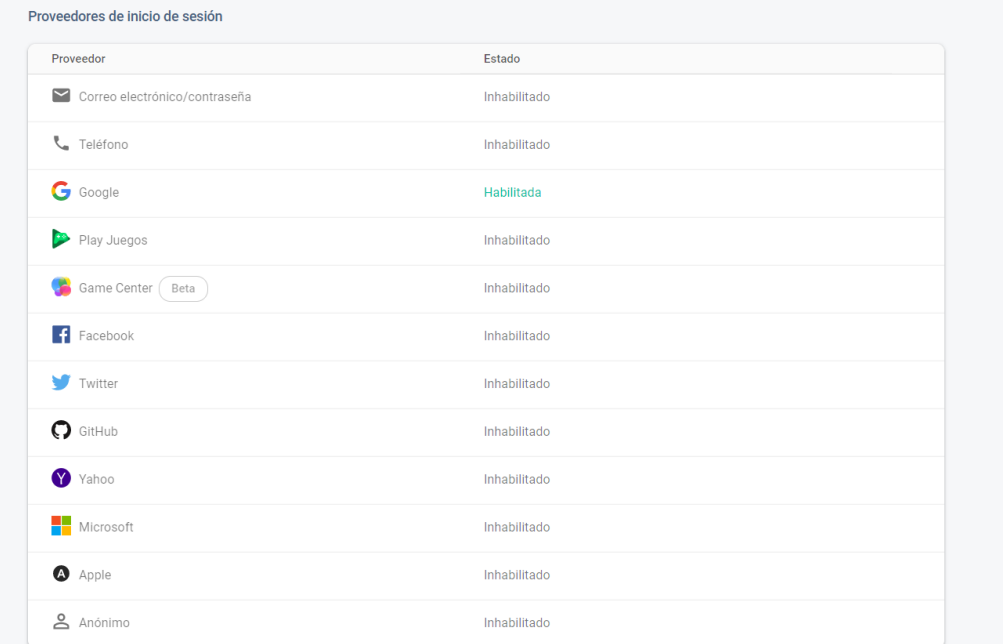


número de usuarios o la gran cantidad de peticiones que se realicen a la misma. Algunas de las herramientas que integra son de pago, otras no.

Por lo tanto al ser multiplataforma es un *backend* con el que poder controlar todo, ganancias, gastos, escalabilidad, nuevos productos, herramientas...

Entre los servicios que ofrece destacan entre otros:

- **Real Time Data Base:** base de datos simples en tiempo real, si fuera necesario tener que guardar música, vídeo o fotos, tiene otra parte dedicada a ficheros llamada *Storage*.
- **Crash reporting:** herramienta para el reporte de errores que se producen en la aplicación.
- **Autentication:** integración con la mayor cantidad de aplicaciones de redes sociales en las que su API permite la identificación de usuarios. Obviamente el propio Google es una de ellas. Lo podemos ver en la siguiente imagen 3.3:



Proveedor	Estado
✉ Correo electrónico/contraseña	Inhabilitado
☎ Teléfono	Inhabilitado
🌐 Google	Habilitada
🎮 Play Juegos	Inhabilitado
🎮 Game Center <span>Beta</span>	Inhabilitado
📘 Facebook	Inhabilitado
🐦 Twitter	Inhabilitado
🐙 GitHub	Inhabilitado
🅔 Yahoo	Inhabilitado
📱 Microsoft	Inhabilitado
🍏 Apple	Inhabilitado
👤 Anónimo	Inhabilitado

Figura 3.3: Inicio de sesión

- **Test lab:** probar la aplicación antes de realizar el despliegue de la misma. También el lanzamiento de pruebas alfa y beta.

- **Remote config:** hacer cambios internos del funcionamiento de la aplicación sin tener que recompilar o actualizar.
- **Hosting:** servidor donde se puede publicar una página web.
- **Análisis:** mediante las analíticas que ofrece, como se puede ver en la figura 3.4, sirve como herramienta de toma de decisiones. Pudiendo optimizar a que mercados dirigirse mediante una estrategia de marketing.

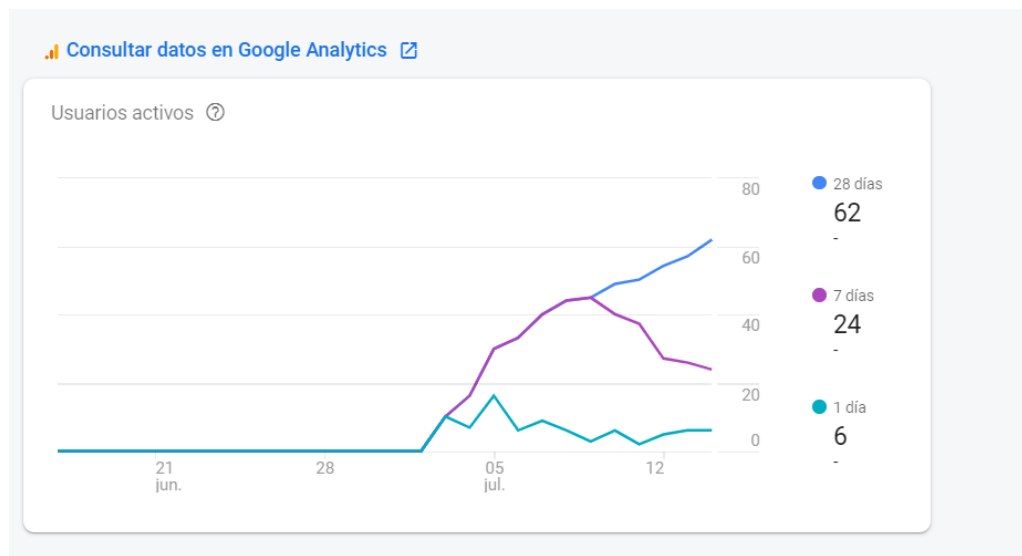


Figura 3.4: Ejemplo de Analytics

---

# Técnicas y herramientas

---

Esta parte de la memoria tiene como objetivo presentar las técnicas metodológicas y las herramientas de desarrollo que se han utilizado para llevar a cabo el proyecto. Se comentará de manera breve, las diferentes opciones y la razón por la que estas fueron descartadas.

## 4.1. Sistema Operativo

### Opciones elegidas

#### Windows 10

**Windows 10**<sup>1</sup> es el sistema operativo generalista por excelencia. Es muy conocido, con sus pros y contras. Fue elegido por comodidad, ya que es el que tengo instalado en mis ordenadores personales. Además el IDE usado para el desarrollo (Visual Studio Code, pág. 19), será de la misma compañía, por lo que hay mayor optimización para este sistema.

#### Android

**Android**<sup>2</sup> es un sistema operativo móvil desarrollado por Google. Está basado en el kernel de Linux. Tiene casi toda la cuota de mercado de telefonía. Este se ha usado en mi *smartphone* personal y en las máquinas virtuales, con el fin de probar las aplicaciones en dispositivo físicos y virtualizados respectivamente. Se ha elegido este debido a que mis terminales físicos contienen esta plataforma software.

---

<sup>1</sup><https://www.microsoft.com/es-es/software-download/windows10>

<sup>2</sup>[https://www.android.com/intl/es\\_es/](https://www.android.com/intl/es_es/)

## Alternativas descartadas

### Linux, distribución Ubuntu

**Ubuntu**<sup>3</sup> es un sistema operativo de código abierto, distribuido bajo una licencia libre. Está basado en Debian, distribución de Linux. Se descartó porque no iba a instalar otro sistema operativo en mis ordenadores personales.

### macOS X

**macOs**<sup>4</sup> sistema operativo creado por Apple, basado en Unix. Se descarta por trabajar con dispositivos Android. Pero en el caso de que se necesite desarrollar para iOS pág. 16, es indispensable usarlo aquí, porque a la hora de compilar, utiliza las librerías internas de este sistema operativo. Aunque se podría virtualizar, pero es menos eficiente.

### iOS

**iOS**<sup>5</sup> sistema operativo para *smartphones* creado por Apple, basado en Unix. Se descarta porque se quiere trabajar con dispositivos Android. Necesario trabajar con macOS X, por el mismo problema.

## 4.2. Control de versiones

### Opciones elegidas

#### Git

**Git**<sup>6</sup> es un software de control de versiones, pensado para trabajar con gran cantidad de archivos, con el fin de llevar el registro de los cambios y coordinar a las personas que los comparten. Es gratuito y de código abierto.

Me he decantado por él, porque lo usé durante las prácticas curriculares y extracurriculares de forma intensa, mediante la herramienta Git Bash **Git Bash**<sup>7</sup>. Además con el uso de comandos me siento más cómodo que con una interfaz. Si fuera necesario visualizar también la dispone mediante el comando *gitk*.

---

<sup>3</sup><https://ubuntu.com/>

<sup>4</sup><https://www.apple.com/es/macOS>

<sup>5</sup><https://www.apple.com/es/ios>

<sup>6</sup><https://git-scm.com/>

<sup>7</sup><https://git-scm.com/download/win>

## GitHub

**GitHub**<sup>8</sup> es una plataforma web, recientemente comprada por Microsoft, usada para el control de versiones con las funciones de Git. Entre las diferentes herramientas a destacar, se encuentran: wiki para cada uno de los proyectos, gráficos, funcionalidades de red social, gestor de proyectos, entre otras.

Se escogió esta porque la hemos usado durante el grado y es muy conocida. Además ofrece la posibilidad de integración con la herramienta Zenhub explicada más adelante, para la gestión del proyecto, teniendo las dos cosas centralizadas en el mismo lugar, lo que facilita el proceso de desarrollo.

## Alternativas descartadas

### Gitlab

**Gitlab**<sup>9</sup> es igual que Github pero de código abierto ya que tiene licencia MIT. También lo usé en la empresa durante las prácticas pero fue descartado porque me parece de menor calidad. En cuanto a espacio este tiene 10 GB a favor, en contra del 1 GB de Github.

### Bitbucket

**Bitbucket**<sup>10</sup> es otra web para el control de versiones. Esta enfocado mayoritariamente a la empresa privada, ya que se suele integrar muy bien con otras herramientas de gestión de proyectos. Se descartó por la poca experiencia con él, aunque internamente todos funcionan con Git.

## Extensiones Visual Studio Code

Hay una gran cantidad de herramientas para el control de versiones en la tienda de este editor de código. Puede ser práctico, pero las interfaces suelen ser poco intuitivas. Por eso me gusta más mediante comandos, descartando rápidamente esta opción.

---

<sup>8</sup><https://github.com/>

<sup>9</sup><https://gitlab.com/>

<sup>10</sup><https://bitbucket.org/product//>

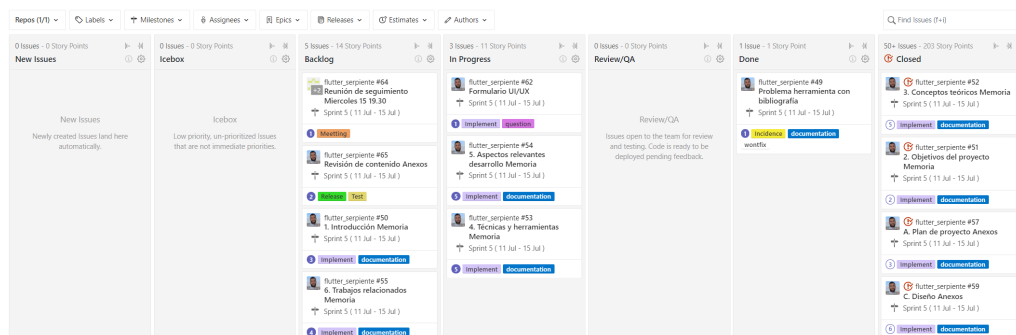


Figura 4.5: Herramienta Zenhub Kanban

## 4.3. Gestión de proyectos

### Opción elegida

#### Zenhub

**Zenhub**<sup>11</sup> es una herramienta de gestión de proyectos, que viene por defecto integrada en Github, pág. 17, lo que me llevó a usarla sin pensarlo mucho. En mi caso lo que más usé fue el tablero de *kanban*, ver figura 4.5, donde poder ver las *issues* que me planificaba para cada *sprint*. Ofrece diferentes tipos de gráficos, el que mejor encajaba en la planificación fue de *burndown*, ya que me permite ver lo ideal del proyecto y la progresión se lleva. No me gustó que las tareas las cierre por días en vez de por horas.

### Alternativas descartadas

#### Jira

**Jira**<sup>12</sup> es una herramienta web propietaria, para el control, seguimiento de errores e incidencias, dentro de la gestión de proyectos. La conozco porque la usé durante las prácticas curriculares, me gustaba mucho, pero no me parece cómoda para la gestión de este proyecto. Ya que esta herramienta esta más orientada a la mejora de procesos en la empresa, que al desarrollo de software.

<sup>11</sup><https://bitbucket.org/product/>

<sup>12</sup><https://www.atlassian.com/es/software/jira>

### Trello

**Trello**<sup>13</sup> es una herramienta de gestión de proyectos, con interfaz móvil y web. Usa el sistema kanban como Zenhub, pág. 18 y tiene integración con Github, pág. 17, pero me parece que no encaja en proyectos unipersonales, como era mi caso. Ya que el enfoque es más colaborativo, con grandes grupos de trabajo, donde es necesario compartir documentos con los requisitos, etc...

## 4.4. Entorno de desarrollo integrado (IDE)

### Opción elegida

#### Visual Studio Code

**Visual Studio Code**<sup>14</sup> es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft, cuya licencia es MIT. Este es totalmente gratuito, con una cantidad enorme de extensiones o *plugins*, lo que minimizan esfuerzos. Además de la integración con git, que permite ver los cambios en tiempo real.

La facilidad de uso hicieron que me decantase por él.

### Alternativas descartadas

#### Android Studio

**Android Studio**<sup>15</sup> es la herramienta oficial de desarrollo de aplicaciones móviles para el sistema operativo Android mediante código nativo. La licencia es Apache 2.0. y sustituye a Eclipse pág. 19 como el entorno de desarrollo preferido por Google.

Este IDE se descarta para la creación de código, pero no para las máquinas virtuales.

#### Eclipse

**Eclipse**<sup>16</sup> es una plataforma software compuesta de varias herramientas de programación de código abierto. Se descartó por ser un IDE no recomendado por parte de Google.

---

<sup>13</sup><https://trello.com/es>

<sup>14</sup><https://code.visualstudio.com/>

<sup>15</sup><https://developer.android.com/studio>

<sup>16</sup><https://www.eclipse.org/>

## 4.5. Entorno de virtualización

### Opción elegida

#### Android Studio

**Android Studio**<sup>17</sup> pág. 19 fue elegido para el despliegue de la aplicación en las máquinas virtuales que ofrece este IDE. Es eficiente y simple, centrado en Android. La creación de las VM es muy cómoda, ya que tiene todo integrado, (con cuatro clicks de ratón se puede lanzar una).

Sumado a que algunas herramientas de Visual Studio Code tiran de estas máquinas, hace que sea la opción más recomendable.

### Alternativas descartadas

#### Virtual Box

**Virtual Box**<sup>18</sup> es un software de virtualización desarrollado por Oracle. Es muy conocido, ya que lo hemos usado durante el grado. Puede desplegar Android, pero al no estar integrado en el desarrollo de aplicaciones, se descartó.

## 4.6. Herramientas de comunicación

### Opciones elegidas

#### MS Teams

**Teams**<sup>19</sup> es la herramienta de comunicación y colaboración integrado en el paquete ofimático de *Office* de Microsoft. Se usó porque con la cuenta de la universidad tenemos acceso a ella y mis tutores de proyecto fueron quienes me la propusieron.

---

<sup>17</sup><https://developer.android.com/studio>

<sup>18</sup><https://www.virtualbox.org/>

<sup>19</sup><https://www.microsoft.com/es-ww/microsoft-365/microsoft-teams/download-app>



## Outlook

**Outlook**<sup>20</sup> es una herramienta de Microsoft para la gestión de la correos e información personal, integrado en la *suite* de Microsoft Office. Se ha usado porque la cuenta de la universidad esta integrada con la plataforma.

## Alternativas descartadas

### Gmail

Es un servicio de correo electrónico proporcionado por Google. Se descarta porque no tiene integración con la plataforma de la universidad de Burgos.

### Skype, Zoom, WebEx, ente otras

Descartadas otras muchas herramientas para las reuniones telemáticas, ya que hay que elegir solo una y es la recomendada por los tutores de proyecto.

## 4.7. Documentación

### Opciones elegidas

#### TexStudio

**TexStudio**<sup>21</sup> es un editor de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X de código abierto, licencia GNU, muy similar a Texmaker, pág. 22, ya que es un *fork* de este. Lo que hizo decantarme por él fue la corrección ortográfica interactiva.

#### Zotero

**Zotero**<sup>22</sup> es un gestor de referencias bibliográficas, cuya licencia es AGPL, siendo gratuito. Tiene una extensión para el navegador que ayuda en gran medida, la cual fue usada.

---

<sup>20</sup><https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/outlook/email-and-calendar-software-microsoft-outlook>

<sup>21</sup><https://www.texstudio.org/>

<sup>22</sup><https://www.zotero.org/>

## Alternativas descartadas

### TexMaker

**Texmaker**<sup>23</sup> es un IDE gratuito para escribir documentos en  $\text{\LaTeX}$ , su licencia es GPL. Descartado por elegir texStudio.

### Overleaf

**Overleaf**<sup>24</sup> herramienta web para la edición de documentos escritos en Latex. Esta opción fue descartada porque al ser web, no permite llevar un seguimiento del versionado, como lo puedo hacer si lo tengo en local con git.

### MS Word

Editor de documentos de Microsoft, muy conocido, dentro del paquete de ofimática. Se descartó porque la universidad ofrece una plantilla en  $\text{\LaTeX}$ , de gran calidad y que no permite el control de versiones.

## 4.8. Herramientas

### Opción elegida

#### Google Chrome

Es un navegador web de código cerrado desarrollado por Google, siendo gratuito. Se ha elegido este por simpleza y porque lo llevo usando desde hace muchos años. Fue usado como «navaja suiza», ya que es una caja de herramientas, que ha sido usado para multitud de cosas, como:

- Para descargar programas, paquetes, librerías,...
- Para la búsqueda de información.
- Edición de imágenes.
- Generador de iconos usando el servicio web ofrecido por: **romannurik**<sup>25</sup>.
- Creación de diagramas ofrecido por la web: **creatly**<sup>26</sup>.

---

<sup>23</sup><https://www.xmlmath.net/texmaker/>

<sup>24</sup><https://www.overleaf.com/>

<sup>25</sup><https://romannurik.github.io/AndroidAssetStudio>

<sup>26</sup><https://app.creately.com>

- Armonía de color aportado por la web [Adobe color](https://color.adobe.com/es/create/color-wheel)<sup>27</sup>.

## Alternativas descartadas

### Mozilla Firefox

[Mozilla Firefox](https://www.mozilla.org/es-ES/firefox/new/)<sup>28</sup> es un navegador de código abierto desarrollado para los principales sistemas operativos. No utilizado por la preferencia de Chrome.

## 4.9. Metodologías

### Scrum

Marco de trabajo para el desarrollo ágil de software, implementando una estrategia iterativa incremental, con revisiones y reuniones con los tutores de proyecto cada 5 días.

### Desarrollo en cascada

Es un desarrollo en secuencia, es decir, una vez se pasa de etapa, no se puede volver atrás, se divide en pasos muy diferenciados, se ha usado para la creación de los juegos, ya que necesitan ser terminados una vez que se comienzan. La secuencia de trabajo se puede ver en la siguiente figura 4.6:

### Bolígrafo y cuaderno

Para mí la parte más importante de toda la gestión del proyecto, reuniones, diseño de las interfaces, control de las horas, planificación, caja negra...

Siempre lo he tenido a mi lado como soporte, como se puede ver en la figura 4.7:

## 4.10. Bibliotecas

### Material Design

Es una normativa de diseño [?] o guía de estilos para garantizar una homogeneidad en la visualización dentro de Android. Está desarrollada por Google.

---

<sup>27</sup><https://color.adobe.com/es/create/color-wheel>

<sup>28</sup><https://www.mozilla.org/es-ES/firefox/new/>

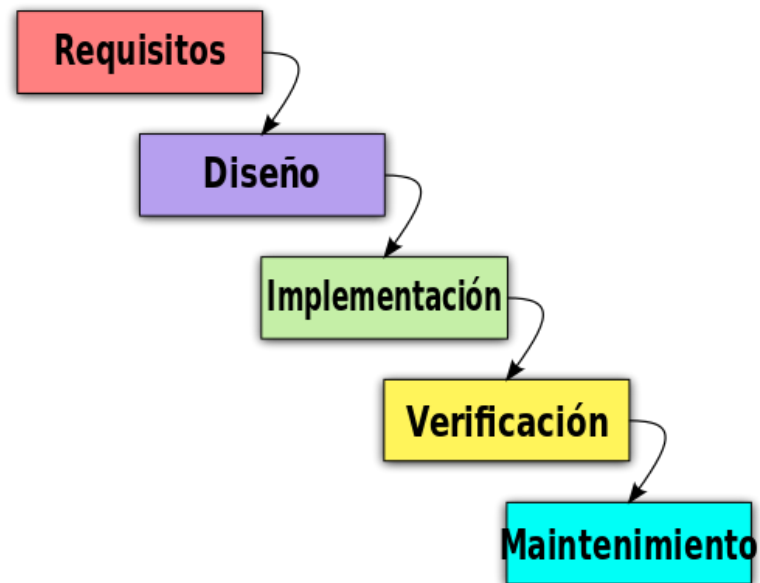


Figura 4.6: Desarrollo en cascada

## Firestore

Plataforma [?] para el desarrollo de aplicaciones móviles, creada por Google en el 2014. Dispone de una gran cantidad de herramientas de mucha calidad.

## Play Services

Librería [?] que permite usar a terceros todas las herramientas ofrecidas por Google.

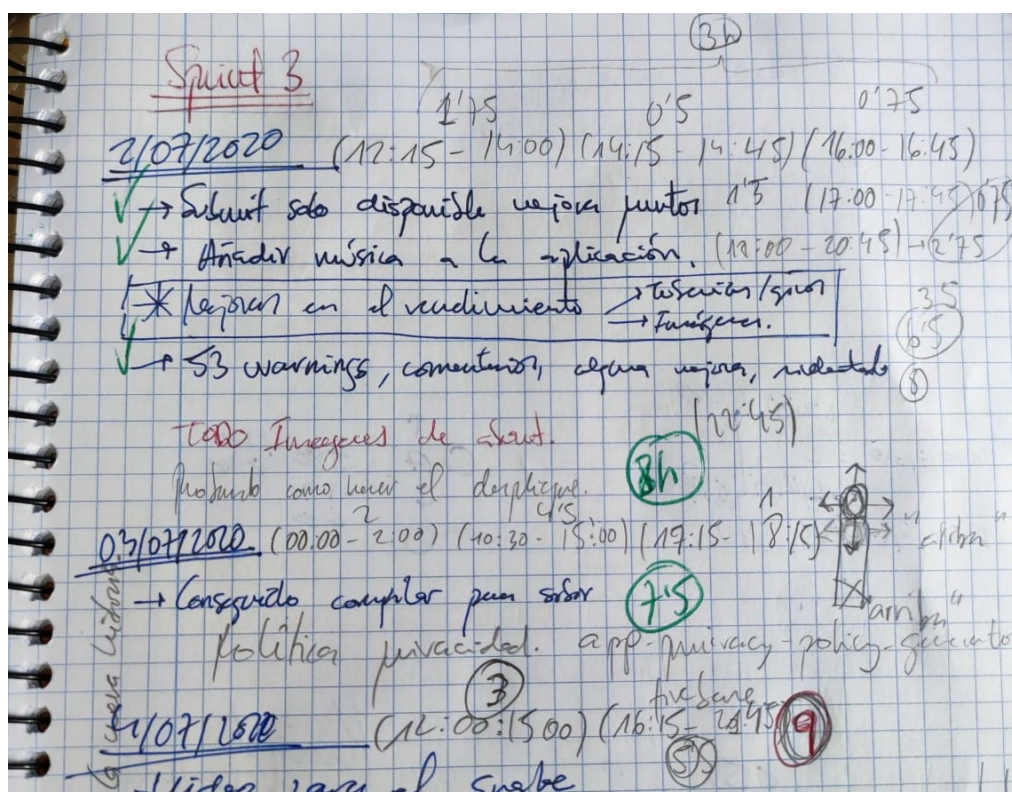


Figura 4.7: Cuaderno



---

# Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

---

En este apartado se recogen los aspectos más importantes o relevantes del desarrollo del proyecto. Desde las decisiones tomadas hasta las implicaciones que conlleva. Además de los problemas que fueron surgiendo durante todo el proceso.

## 5.1. Comienzo del trabajo final de grado

La idea de mi proyecto, surge de la noche a la mañana, porque era día 20 de junio y no tenía nada para entregar. Esto se debía a que inicialmente iba a hacer otro proyecto basado en *Knime*.

No podía dejar pasar una convocatoria más. El otro proyecto no me motivaba lo suficiente y tenía poca documentación al respecto. Aparte no me sentía cómodo con el tema, ya que la situación de emergencia sanitaria que hemos pasado estos meses, no ha ayudado precisamente a tener buen ánimo.

Por lo que decidí estudiar cómo estaba el mercado de la programación móvil, descubriendo Flutter. Me gustó mucho que todo lo que se comentaba sobre este *Framework*, eran cosas buenas, era algo novedoso y sobretodo lo que más me decantó a cogerlo fue el respaldo que le da Google.

Esto se lo comenté a mis tutores de trabajo final de grado, dándome el visto bueno, pero debía trabajar mucho para llegar a la calidad esperada. Por lo que era un reto enorme al que me enfrentaba, pero como digo, no se pueden dejar pasar las oportunidades. Por otra parte lo que más me

incentivaba, era que a la hora de buscar trabajo, no podía acreditar mi titulación como ingeniero, por lo que el trabajo final de grado es el último paso que se debe de completar, antes de encontrar empleo.

Ya que muchas de las empresas me decían que me esperaban a que terminase, para luego cogerme. Y yo no podía esperar, porque si no hacía el TFG, debía de trabajar para no tener que pensar en esto. Por lo que me encontraba entre la «espada y la pared».

En definitiva me siento muy agradecido a mis tutores, por haberme dejado cambiar de proyecto, por animarme a conseguirlo, por el feedback constante y darme el soporte necesario.

Al final la idea fue la de realizar una aplicación móvil para Android con Flutter, que consistía en una colección de videojuegos, de los que la base inicial sería el snake y el cuatro en raya online. Con publicidad, para obtener rendimiento económico o un ranking donde mostrar el mejor jugador del snake.

## 5.2. Proceso de aprendizaje y búsqueda de información

Al comienzo del proyecto mi idea sobre este lenguaje de programación era nula, para ello fue necesario realizar un curso en [Udemy](#)<sup>29</sup>, de unas 40 horas en dos días y medio, para conocer los elementos más básicos de Dart y Flutter.

Una vez con las nociones necesarias para arrancar el proyecto, la primera fuente de donde extraje la información fue la API de Flutter, que se encuentra en su página web [?]. Aquí se pueden encontrar la documentación de cada uno de los Widgets, pero también algunos tutoriales sobre como desplegar la aplicación, como integrarlo con otras plataformas o sistemas.

Desde la web anterior también se nos indica la referencia a muchos de los paquetes que crea al comunidad [?].

## 5.3. Flutter es asíncrono

Uno de los mayores retos cuando empiezas a trabajar con este *framework* es que se trabaja de manera asíncrona. Durante el curso estos aspectos

---

<sup>29</sup><https://www.udemy.com/course/flutter-primeros-pasos/>



se ven de una manera muy básica, por lo que fue necesario una mayor documentación al respecto.

Es decir, toda la aplicación se ejecuta en un único hilo, por lo que si un bloque de código se queda congelado, se cuelga todo el programa. Entonces surgen las operaciones asíncronas, que permiten crear funciones o fragmentos de código que no detengan la aplicación entera, porque estas se ejecutan en otros hilos. Ya que para algunas situaciones es necesario quedarse a la espera, como puede ser la llegada de datos de un servidor muy lejano, por lo que no se puede dar al cliente la sensación de que la aplicación se a congelado y no responde.

Dentro de Dart son los llamados `Future<Object>`. Básicamente son tareas que se quedan a la espera, con el fin de que se las devuelva el objeto pedido. Un ejemplo de esto lo podemos ver en la figura 5.8.

```
///Método para guardar/actualizar los campos del usuario
Future<void> _guardarBD() async {
  // Dentro de guardar mostrar
  print("Dentro de guardar");
  // Cogemos el documento por el correo del user, en el caso de que no
  DocumentReference doc =
    firestoreDB.collection("ranking").document(_correoForm);
  Map<String, dynamic> data = {
    "imageUrl": imageUrlGoogle,
    "nombre": _nombreForm,
    "puntos": _puntosForm,
    "fecha": FieldValue.serverTimestamp() //Guarda la fecha del server
  };

  try {
    /*
     * Crea el documento en el caso de que no este en la base de datos
     * con los datos anteriores, de data.
     */
    doc.setData(data);
  } catch (err) {
    print("El error del update es: $err");
  }
}
```

Figura 5.8: Ejemplo de Future

Para ello tenemos que declarar las funciones que son asíncronas con la palabra reservada **async**, de tal manera que devolverá los resultados en un tiempo  $x$ .

Cuando realicemos la llamada a estas funciones, indicaremos que se queden a la espera de respuesta con la palabra reservada del lenguaje **await**.

Pero podemos encontrarnos con otros objetos que también manejan tareas futuras, como es el caso de los **Stream**. Haciendo que la aplicación de flutter sea reactiva, como cuatro en raya o el ranking del snake.

Que una aplicación tenga **Stream** significa que esta se queda a la escucha de cambios de los datos. Estos generalmente se encuentran en un servidor. En el momento en el que se produzca un cambio de estos datos, desencadenará un evento del **Stream** para actualizar las variables locales. Para que esta sea reactiva, los datos del **Stream** tienen que estar en el **builder**, de tal manera que la interfaz de usuario se va a rediseñar por cada cambio.

## 5.4. Play Store

Uno de los problemas encontrados fue a la hora de tener que generar las claves de seguridad, para que la aplicación se pueda subir a la tienda y que ciertos de los servicios estén operativos.

La incidencia se producía cuando generaba las claves, debido a que estaba usando la clave para *debug* y no para *release*, imposibilitando la subida, por el control que hace la tienda de las aplicaciones que se suben.

Esto era debido a que en la documentación de Flutter siempre se realiza para el modo de test. Luego otra de las cosas a vigilar, es la ruta donde dejamos la clave y la configuración de algunos de los ficheros, como los *.gradle* o el manifest.

También es fundamental tener la clave bien guardada porque en el caso de que se pierda, vamos a tener que volver a realizar el proceso desde cero y se convertiría en algo tedioso.

## 5.5. AdMob

Otro de los problemas que se me presentaron fue cuando pretendía mostrar los anuncios en la aplicación, ya que solo me dejaba usar los anuncios de test que me proporciona Google Ad. He revisado cada uno de los Ids, como se puede ver en la figura 5.9, pero no lo he conseguido.

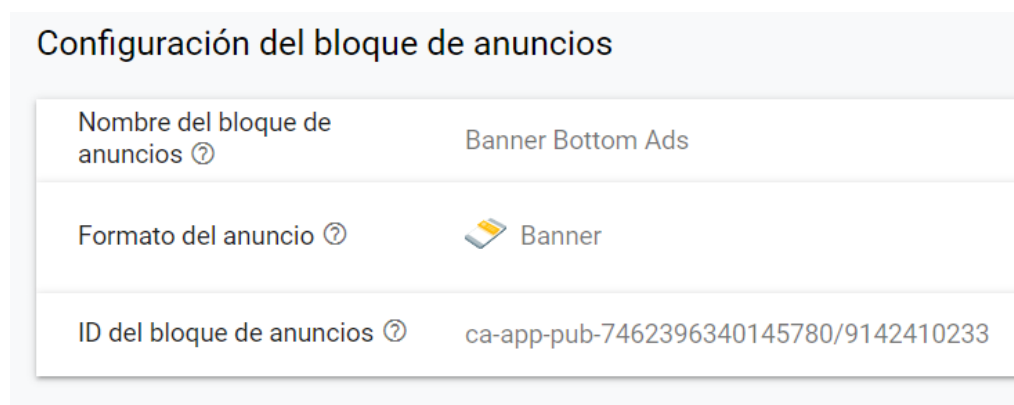


Figura 5.9: Banner

Y las métricas de usuario si que funcionan, ver figura 5.10, lo que indica que la instancia de adMob es la correcta.

Tras investigar y realizar gran cantidad de pruebas creo que el problema puede estar en que no tengo métodos de cobro de ingresos. Por lo tanto la propia Google ni se molesta en poner anuncios. Pero es que la propia consola web de admob, no me deja introducir un método de pago, como se puede ver en la figura 5.11:



Figura 5.10: Métricas usuarios

## Pagos

### Proporciona tus detalles de pago

Esta información es necesaria para que AdMob pueda publicar tus anuncios



No se ha podido cargar la página

[VOLVER A CARGAR](#)

Figura 5.11: Pagos adMob no van

---

## Trabajos relacionados

---

Flutter es un *framework* muy novedoso, Google la presentó en el 2018, por lo que lleva únicamente dos años en el mercado.

La documentación es escasa y mayoritariamente escrita en inglés. Cada vez hay más información, cursos, y foros al respecto. Entiendo que esto se debe a que Google está apostando fuerte por este lenguaje, ya que ellos son sus creadores.

No me he basado en trabajos anteriores, pero si que he buscado mucha información y me he documentado al respecto. Algunos de los lugares donde he recabado la información son:

- Flutter SDK, donde está toda la documentación oficial [web](https://flutter.dev/)<sup>30</sup>.
- Canal oficial de [flutter](https://www.youtube.com/watch?v=ukLBCRB1Ikk&list=PLjxrf2q8roU1kMpfyJ4EYOpID2oRHtvGm)<sup>31</sup> en Youtube, donde se comenta el Widget de la semana.
- Todo lo referente a [Dart](https://api.dart.dev/stable/2.8.4/index.html)<sup>32</sup>.
- Canal de Youtube sobre [Firebase](https://www.youtube.com/channel/UCP4bf6IHJJQehibu6ai__cg)<sup>33</sup>.

---

<sup>30</sup><https://flutter.dev/>

<sup>31</sup><https://www.youtube.com/watch?v=ukLBCRB1Ikk&list=PLjxrf2q8roU1kMpfyJ4EYOpID2oRHtvGm>

<sup>32</sup><https://api.dart.dev/stable/2.8.4/index.html>

<sup>33</sup>[https://www.youtube.com/channel/UCP4bf6IHJJQehibu6ai\\_\\_cg](https://www.youtube.com/channel/UCP4bf6IHJJQehibu6ai__cg)



---

# Conclusiones y Líneas de trabajo futuras

---

En este apéndice se expone las conclusiones una vez realizado el proyecto final de grado, así como todas las posibles ideas o líneas de trabajo futuras, con el fin de que el proyecto mantenga una continuidad.

## 7.1. Conclusiones

- El objetivo general del proyecto se ha cumplido, ya que todos los requisitos funcionales, como los no funcionales, fueron realizados de manera satisfactoria. Aunque es revisable la mejora de ciertos aspectos, como el diseño de algunas interfaces de la aplicación.
- Todas las fases que engloba crear una aplicación, desde la adquisición de los conocimientos, el desarrollo, el diseño, revisiones de producto, la planificación, hasta el despliegue final, han cumplido las condiciones deseadas.

Esto indica que se han utilizado la mayoría de los conocimientos adquiridos durante el grado, pero que aún así es necesario el constante avance formativo.

- He adquirido los conocimientos necesarios para la creación de una app de Android en Flutter, ya que es un SDK de gran versatilidad, permitiendo hacer aplicaciones en un tiempo menor.

También he aprendido a utilizar las herramientas que son ofrecidas por parte de Google como Firebase o adMob. *Tools* las cuales desconocía, pero que dan un gran valor añadido al producto final.

- Durante todo el proyecto se usaron gran variedad de aplicaciones, herramientas o dispositivos que ayudaron a mejorar la calidad, rendimiento y funcionalidad del producto final o de algunos de los procesos intermedios. Esto implica tener que especializarse en cada una de ellas, lo que consume recursos temporales.

Pero en el futuro estos conocimientos adquiridos ayudarán a conseguir mejores productos y de una calidad superior.

- He lidiado con una gran incertidumbre, esto se debe que a la hora de planificar es difícil estimar correctamente las horas a destinar a cada una de las tareas. Lo que en próximos proyectos puede ser una complicación. Creo que es un aspecto a mejorar.

Es de gran importancia ajustarse lo máximo posible a la realidad y no pecar de pesimista como es mi caso, ya que planifiqué más horas de las que luego realmente se invierten.

- Me ha llevado un gran proceso de búsqueda de información y aprendizaje, para poder añadir nuevas funcionalidades al producto como el *sign in* de la aplicación o la publicidad, entre otras.
- El objetivo de los costes fue logrado. Ya que el proyecto tuvo superávit, es decir, el coste real total fue menor que los costes totales estimados. Además a futuro es probable que tengamos entrada de ingresos por parte de la publicidad o por nuevas vías.

En definitiva, personalmente estoy muy contento de haber logrado todos los objetivos definidos y considero que he conseguido diseñar una aplicación funcional. Además ha sido una gran reto la programación en Android, lo que me ha hecho crecer como persona, pero sobretodo en el ámbito profesional.

## 7.2. Líneas de trabajo futuras

La motivación que he tenido por este proyecto, no sólo me ha permitido poder entregar un producto que creo que es bastante decente, a pesar del poco tiempo que he podido dedicarle, sino que también me ha inspirado muchas ideas y áreas de mejora que podrían incorporarse a futuras versiones de la aplicación. Como por ejemplo:

- La idea es que la aplicación retenga el mayor tiempo posible a los usuarios para obtener ingresos mediante la publicidad. Para ello la biblioteca de juegos tiene que seguir creciendo.



Estos nuevos juegos, se deben de planificar en base a los anuncios, para sacar el mayor rendimiento económico.

- Internacionalización de la aplicación, para estar disponible en un mayor número de países, de tal manera que el mercado que abarque sea más amplio.
- Integración de test automáticos, como de nuevas metodologías de desarrollo dirigido por test (TDD). Esto mejoraría sustancialmente la revisión de la aplicación como el rendimiento del programador.
- Estudio de nuevas herramientas o frameworks destinados a la creación de videojuegos. De tal forma que se pueda migrar los dos juegos actuales, con el fin de ganar un mayor rendimiento. O para crear nuevos juegos más potentes, ya que los usados utilizan Flutter nativo, que no es una herramienta de creación de videojuegos.
- Añadir una inteligencia artificial al juego del cuatro en raya, de tal manera que no solo se pueda jugar online, si no también contra la CPU. Como idea esta podría integrar tres niveles de complejidad: fácil, medio y experto. Dentro de la propia Firebase de Google tenemos herramientas de *Cloud computing*, como el *ML kit (Machine learning kit)*, que podrían sernos de utilidad.

Este kit tiene herramientas muy conocidas de Google como puede ser el reconocimiento de texto, etiquetado de las imágenes o detección de las caras, pero también se pueden añadir nuestros modelos más específicos.

- Realizar el despliegue de la aplicación en la tienda de Apple *App Store*, para dispositivos iOS. Y la creación de un hosting donde podamos alojar la aplicación web. Además de la revisión de algunos widgets, porque no todos tienen soporte para estos entornos.
- Integración y exploración de las herramientas de videojuegos como *Play juegos* de Google y la de Apple con su *Game Center*. Esto podría permitirnos las compras in-app.
- Implementación de algún juego de realidad aumentada con la integración de la publicidad.



---

## **Bibliografía**

---