



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

 etsinf

Escola Tècnica  
Superior d'Enginyeria  
Informàtica

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Universitat Politècnica de València

## **Desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma para la creación y resolución de nonogramas**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

Grado en Ingeniería Informática

*Autor:* Ignacio Ferrer Sanz

*Tutor:* Germán Francisco Vidal Oriola

Curso 2020-2021



# Resumen

WIP

**Palabras clave:** WIP

---

# Resum

WIP

**Paraules clau:** WIP

---

# Abstract

WIP

**Key words:** WIP

---



# Índice general

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Índice general</b>                                      | v   |
| <b>Índice de figuras</b>                                   | vii |
| <b>Índice de tablas</b>                                    | vii |
| <hr/>  |     |
| <b>1 Introducción</b>                                      | 1   |
| 1.1 Contexto y motivación . . . . .                        | 1   |
| 1.2 Objetivos . . . . .                                    | 2   |
| 1.3 Metodología . . . . .                                  | 2   |
| 1.3.1 Ciclo de vida de desarrollo . . . . .                | 2   |
| 1.3.2 Modelo en cascada . . . . .                          | 3   |
| 1.4 Estructura de la memoria . . . . .                     | 4   |
| <b>2 Estudio estratégico</b>                               | 5   |
| 2.1 Nonogramas en la era Digital . . . . .                 | 5   |
| 2.1.1 Nonograms Katana . . . . .                           | 5   |
| 2.1.2 Nonogram.com - Picture cross number puzzle . . . . . | 7   |
| 2.1.3 Nono Infinite . . . . .                              | 8   |
| 2.1.4 Family Crest Nonogram . . . . .                      | 9   |
| 2.2 Análisis de las aplicaciones . . . . .                 | 10  |
| 2.3 Propuesta . . . . .                                    | 11  |
| <b>3 Análisis del problema</b>                             | 13  |
| 3.1 Especificación de requisitos . . . . .                 | 13  |
| 3.1.1 Propósito . . . . .                                  | 13  |
| 3.1.2 Ámbito . . . . .                                     | 13  |
| 3.1.3 Terminología . . . . .                               | 13  |
| 3.1.4 Modelo de Dominio . . . . .                          | 14  |
| 3.1.5 Límites del Sistema . . . . .                        | 16  |
| 3.1.6 Restricciones del Sistema . . . . .                  | 16  |
| 3.1.7 Características del Sistema . . . . .                | 17  |
| 3.1.8 Requisitos funcionales . . . . .                     | 18  |
| <b>4 Diseño de la solución</b>                             | 27  |
| 4.1 Tecnología empleada . . . . .                          | 27  |
| 4.1.1 Flutter y Dart . . . . .                             | 27  |
| 4.1.2 Firebase . . . . .                                   | 28  |
| 4.1.3 Visual Studio Code . . . . .                         | 30  |
| 4.1.4 GitHub . . . . .                                     | 30  |
| 4.2 Arquitectura del Sistema . . . . .                     | 30  |
| 4.2.1 Arquitectura por capas . . . . .                     | 31  |
| 4.2.2 Manejador de estados . . . . .                       | 32  |
| <b>5 Desarrollo de la solución</b>                         | 33  |
| 5.1 Prototipado de pantallas . . . . .                     | 33  |
| 5.2 Estructura del proyecto . . . . .                      | 36  |
| 5.3 Codificación del aplicativo . . . . .                  | 37  |

|                     |   |           |
|---------------------|---|-----------|
| 5.3.1               | Desarrollo de la capa de presentación . . . . .     | 37        |
| 5.3.2               | Desarrollo de la capa de lógica . . . . .           | 38        |
| 5.3.3               | Desarrollo de la capa de dominio . . . . .          | 39        |
| 5.3.4               | Desarrollo de la capa de datos . . . . .            | 39        |
| 5.3.5               | Inyección de dependencias . . . . .                 | 39        |
| <hr/>               |   |           |
| <b>Apéndices</b>    |   |           |
| <b>A</b>            | <b>Diagrama de Gantt del proyecto</b>               | <b>40</b> |
| <b>B</b>            | <b>Fragmentos de código</b>                         | <b>41</b> |
| B.1                 | Código de Pantalla de Resolución de Nivel . . . . . | 41        |
| <b>Bibliografía</b> |   | <b>43</b> |

# Índice de figuras

---

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.1 | Esquema de un Modelo en cascada . . . . .                                     | 3  |
| 2.1 | Pantalla principal de Nonograms Katana . . . . .                              | 5  |
| 2.2 | Pantallas de Nonograms Katana con modalidad a color. . . . .                  | 6  |
| 2.3 | Modal de restricción en publicación en Nonograms Katana . . . . .             | 6  |
| 2.4 | Pantallas de Nonogram.com . . . . .   | 7  |
| 2.5 | Pantalla de Evento Primavera de Nonogram.com . . . . .                        | 7  |
| 2.6 | Pantallas de selección de nivel y juego de Nono Infinite . . . . .            | 8  |
| 2.7 | Pantallas de tutorial en Nono Infinite . . . . .                              | 9  |
| 2.8 | Pantallas de Family Crest . . . . .   | 9  |
| 3.1 | Diagrama del modelo de dominio . . . . .                                      | 14 |
| 3.2 | Diagrama de contexto del aplicativo . . . . .                                 | 16 |
| 3.3 | Diagrama de casos de usos principales . . . . .                               | 17 |
| 3.4 | Diagrama de casos de usos en pantalla de resolución de nivel . . . . .        | 17 |
| 3.5 | Diagrama de casos de ajustes . . . . .  | 18 |
| 4.1 | Diagrama de renderización de <i>Flutter</i> [13] . . . . .                    | 27 |
| 4.2 | Diagrama de flujo con <i>Firebase</i> . . . . .                               | 29 |
| 4.3 | Diagrama de estructura de datos de <i>Firestore</i> . . . . .                 | 29 |
| 4.4 | Diagrama del funcionamiento de <i>GitFlow</i> . . . . .                       | 30 |
| 4.5 | Diagrama de <i>Arquitectura basada en cuatro capas</i> . . . . .              | 31 |
| 5.1 | MockUps Pantalla de Inicio y Selector de niveles clásicos . . . . .           | 33 |
| 5.2 | MockUps Pantalla de niveles online y publicación de nonogramas . . . . .      | 34 |
| 5.3 | MockUp Pantalla de resolución de nivel . . . . .                              | 34 |
| 5.4 | MockUp Pantalla de ajustes y cuenta . . . . .                                 | 35 |
| 5.5 | Estructura de directorios de <i>nonogramchallenge</i> . . . . .               | 36 |
| 5.6 | Árbol de widgets Pantalla de Resolución de nivel . . . . .                    | 37 |
| 5.7 | Diagrama de estado de la funcionalidad Lista de nonogramas en línea . . . . . | 38 |

# Índice de tablas

---

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 2.1 | Comparativa de características entre aplicaciones de interés y su inclusión como requisito . . . . . | 10 |
| 3.1 | Glosario de términos ontológicos del aplicativo . . . . .  | 14 |
| 3.2 | Glosario de términos técnicos del aplicativo . . . . .   | 14 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 3.3  | Atributos de la clase Usuario . . . . .                                 | 15 |
| 3.4  | Atributos de la clase Nivel . . . . .                                   | 15 |
| 3.5  | Atributos de la clase Progreso . . . . .                                | 15 |
| 3.6  | Atributos de la clase Nonograma . . . . .                               | 16 |
| 3.7  | Restricciones del sistema . . . . .                                     | 16 |
| 3.8  | Tabla de requisito funcional <i>Jugar nivel</i> . . . . .               | 18 |
| 3.9  | Tabla de requisito funcional <i>Visualizar Tutorial</i> . . . . .       | 19 |
| 3.10 | Tabla de requisito funcional <i>Acceder sección En Línea</i> . . . . .  | 19 |
| 3.11 | Tabla de requisito funcional <i>Acceder sección Ajustes</i> . . . . .   | 19 |
| 3.12 | Tabla de requisito funcional <i>Seleccionar nivel clásico</i> . . . . . | 19 |
| 3.13 | Tabla de requisito funcional <i>Publicar nonograma</i> . . . . .        | 20 |
| 3.14 | Tabla de requisito funcional <i>Resolver nivel online</i> . . . . .     | 20 |
| 3.15 | Tabla de requisito funcional <i>Jugar nonograma</i> . . . . .           | 20 |
| 3.16 | Tabla de requisito funcional <i>Superar nivel</i> . . . . .             | 21 |
| 3.17 | Tabla de requisito funcional <i>Perder nivel</i> . . . . .              | 21 |
| 3.18 | Tabla de requisito funcional <i>Cargar progreso</i> . . . . .           | 21 |
| 3.19 | Tabla de requisito funcional <i>Salir del nivel</i> . . . . .           | 22 |
| 3.20 | Tabla de requisito funcional <i>Guardar progreso</i> . . . . .          | 22 |
| 3.21 | Tabla de requisito funcional <i>Cambiar tema</i> . . . . .              | 22 |
| 3.22 | Tabla de requisito funcional <i>Seleccionar vidas</i> . . . . .         | 23 |
| 3.23 | Tabla de requisito funcional <i>Iniciar sesión</i> . . . . .            | 23 |
| 3.24 | Tabla de requisito funcional <i>Seleccionar autoguardado</i> . . . . .  | 23 |
| 3.25 | Tabla de requisito funcional <i>Borrar datos</i> . . . . .              | 24 |
| 3.26 | Tabla de requisito funcional <i>Seleccionar idioma</i> . . . . .        | 24 |
| 3.27 | Tabla de requisito funcional <i>Cerrar sesión</i> . . . . .             | 24 |
| 3.28 | Tabla de requisito funcional <i>Sincronizar datos</i> . . . . .         | 25 |
| 4.1  | Funcionalidades <i>en nube</i> cubiertas por <i>Firebase</i> . . . . .  | 28 |
| 4.2  | Función de las capas de la arquitectura del sistema . . . . .           | 32 |

---

# CAPÍTULO 1

## Introducción

---

*Descubrir imágenes hechas píxel de situaciones del día a día, naturaleza, edificios famosos, personas, y cuantas cosas más, esta es la verdadera esencia de los nonogramas, también conocidos como hanzies, picross o griddlers.*

### 1.1 Contexto y motivación

---

*No importa lo complejo que sea resolver un nonograma, la clave de estos rompecabezas reside en que su resolución pueda efectuarse por simple lógica.* [4] Este era el principal propósito de James Dalgety y su equipo de diseñadores, responsables de dar a conocer a occidente este conocido pasatiempo nipón, impulsado por el arte de la diseñadora Non Ishida, más adelante, responsable de su principal denominación: "Non" Ishida y Dia "gram".

No fue hasta mediados del año 1990, cuando finalmente se dio a conocer los *nonogramas* a escala mundial, a través de una publicación del periódico británico *The Sunday Telegraph*. Más adelante, el mismo noticiero adoptó el término bajo el seudónimo de *griddlers*, publicándolos semanalmente.

A partir de estas publicaciones, se fue difundiendo exponencialmente el famoso puzzle y se puede encontrar en revistas, otros periódicos y libros. Fue tan notable su crecimiento que, como otros rompecabezas, alcanzó con prontitud el formato digital, en forma de sitios web, videojuegos y aplicaciones.

La capacidad creativa que ofrece resulta ilimitada, ya que con tan solo sus celdas dispuestas en forma de matriz (*filas y columnas*), permite representar todo tipo de figuras, siluetas y formas, como si de un lienzo se tratara.

Sorprendentemente y a pesar de que nos encontramos en plena era digital, son pocos los medios que ofrecen una capacidad de creación, más allá del simple tradicional método del lápiz y papel y así esta herramienta ayuda y otorga al jugador no solo el rol de *resolutor* sino de *creador*, e impulsa que la cuantía de *nonogramas* a resolver no ceda.

Un medio digital es ideal para, no solo hacer que esta propiedad de creación sea posible, sino de facilitar su proceso y que sea lo más liviano y recreativo posible, de esta forma las aplicaciones móviles, cada vez más conocidas y presentes en nuestra sociedad, constituyen el entorno perfecto.

Siguiendo esta premisa, lo que sería adecuado es que cualquier usuario pudiera, dentro de lo posible, emplear estos medios independientemente de cual sean las características técnicas, sistemas operativos y prestaciones de sus dispositivos.

## 1.2 Objetivos

---

El presente trabajo explora el mundo de las aplicaciones móviles y propone una solución software para: i) permitir al usuario de resolver *nonogramas* de forma interactiva ii) dar la oportunidad de crear sus propios puzzles como lo hizo *James Dalgety* y su equipo y compartirlos con todos los demás usuarios, promoviendo así una comunidad de entusiastas de este divertido rompecabezas.

Por consiguiente, para el correcto desarrollo y funcionamiento de la aplicación se deben de cumplir una serie de requerimientos a nivel técnico bien diferenciados:

- Estudiar y desarrollar una funcionalidad integrada en el aplicativo, con el fin de posibilitar al usuario crear y resolver *nonogramas* en un dispositivo móvil, bajo unas variables determinadas, siempre dando prioridad a la experiencia de juego.
- Implementar un *backend* con el que el aplicativo pueda complementar sus funcionalidades con *servicios en nube*, tales como la base de datos, sincronización o inicios de sesión.
- Seguir los principios de *Clean Arquitecture* durante el proceso de desarrollo, implementando patrones de diseño y aplicando *suites de test* con el objetivo de aminorar el proceso de mantenimiento.
- Definir y realizar un MVP (*Mininum Viable Product*), con el que usuario pueda, en una primera versión, hacer uso de sus funciones principales.

Finalmente, encontramos requisitos de índole personal, que progresivamente se considerarán como cumplidos durante todo el desarrollo del proyecto, tales como:

- Ahondar en el desarrollo de una aplicación móvil, desde su inicio hasta su finalización, bebiendo de buenas prácticas y recomendaciones propuestas por artículos, documentaciones y comunidades de desarrolladores.
- Comprender y profundizar en el extenso mundo de desarrollo de juegos de puzzles, haciendo frente y reduciendo su marcada complejidad.

## 1.3 Metodología

---

El aplicativo resultante, como cualquier otra solución software, debe satisfacer una serie de requerimientos frente un problema o problemas concretos. Esta solución podría residir o enfocarse en diferentes plataformas, bajo una perspectiva tanto de *software* como de *hardware*.

Así mismo, antes de que esté considerada preparada la aplicación para su uso, ha de atravesar por una serie de procesos, que difieren mucho de un simple desarrollo y en su conjunto reciben el nombre de *System Development Life Cycle (SDLC)*, que corresponden a su ciclo de vida.

### 1.3.1. Ciclo de vida de desarrollo

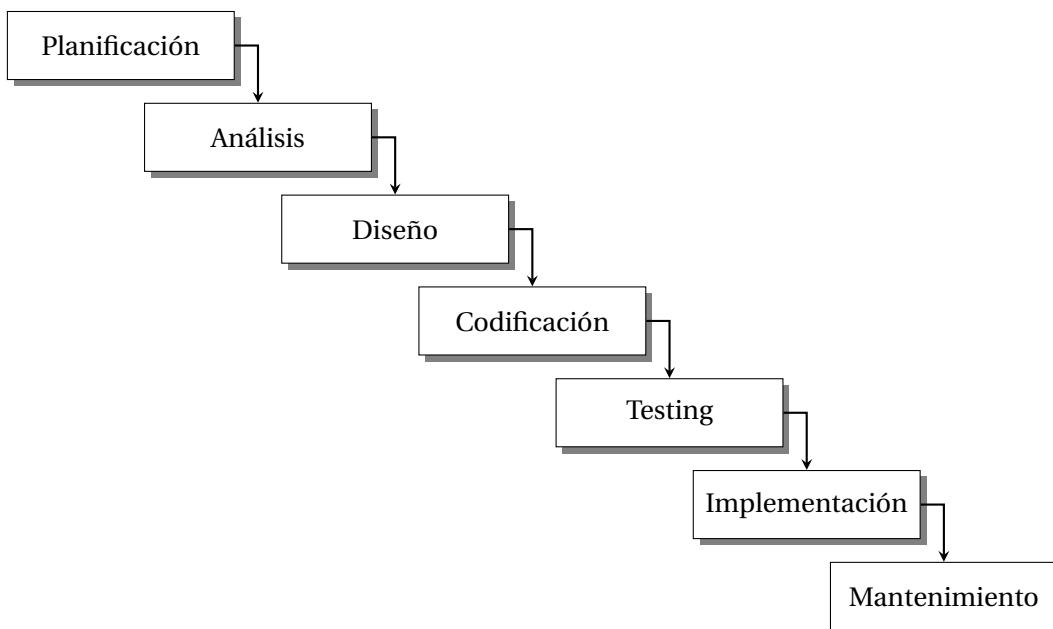
Comprender esta serie de procesos sucesivos, junto a los requisitos recién comentados, es definitorio para elegir una metodología ideal, que sirva como guía para el correcto desarrollo total del producto.

- **Planificación:** identificar los requisitos necesarios para la aplicación, considerando y comparando otras soluciones disponibles, para así establecer un *target* o perfil de usuario ideal para nuestra aplicación, sin entrar en el apartado técnico.
- **Análisis:** establecer los requisitos funcionales de la aplicación, recopilando y anticipándose a aquellos que puedan suponer un problema para la evolución del ciclo de vida.
- **Diseño:** documentar las, ya definitivas, características, partes y componentes a integrar en el aplicativo.
- **Codificación:** seguir los requisitos ya debidamente documentados e implementarlos creando así el aplicativo.
- **Testing:** una vez desarrollada la solución, realizar *suites de tests* con el fin de encontrar o mostrar posibles errores y *bugs*. Además de verificar que los requisitos de la fase de diseño están presentes en la solución.
- **Implementación:** desplegar una primera versión de la aplicación y hacerla disponible en las tiendas principales de aplicaciones.
- **Mantenimiento:** monitorizar la experiencia de usuario, contemplando y dando solución a posibles errores, además de realizar cambios y mejoras en forma de nuevas versiones.

Puesto que en el presente trabajo, durante la primera fase de Planificación, los requisitos han sido detectados y establecidos bajo unos tiempos y conocimientos concretos, se ha optado por el modelo clásico de *Modelo en Cascada*.

### 1.3.2. Modelo en casacada

Siguiendo esta metodología, como se muestra en la Figura 1.1, se implantaría un modelo secuencial de todas las diferentes fases del *SDLC* del aplicativo, desde su fase de Planificación hasta su Mantenimiento, como si se tratara de una cascada.



**Figura 1.1:** Esquema de un Modelo en cascada

Sin embargo, como cualquier otra metodología software, es necesario tener en cuenta ciertas consideraciones imprescindibles para el transcurso del proyecto:

- Como ya se había comentado, es necesario hacer hincapié en las etapas tempranas del modelo, ya que son las que van a definir de manera correcta los requisitos de la solución. De forma que, si no están bien establecidos, pueden aparecer problemas en el resto de fases [16].
- Esta metodología carece de iteraciones por lo que no es posible retroceder a las etapas anteriores. Hay que cerciorarse de que cada una de las fases se aprueban correctamente, de forma que sea seguro pasar a la fase siguiente.
- En la práctica, es recomendable marcar bien los tiempos de cada fase, marcando estimaciones de cada fase y contrastarlas con el tiempo real que ha supuesto realizarlas. Esta especie de monitorización se realizará periódicamente y se puede encontrar en el [Apéndice A](#)

## 1.4 Estructura de la memoria

---

El resto de capítulos que conforman la memoria, son los que se resumen a continuación:

- **Capítulo 2. Estudio estratégico:** corresponde al conocido apartado *estado del arte*, en el que se realiza una labor de estudio de aquellas soluciones relacionadas con *nonogramas* dentro del mundo digital y que puedan ayudar a la identificación y extracción de requisitos.
- **Capítulo 3. Análisis del problema:** en este capítulo se expone la parte de especificación de requisitos, identificando aquellos que puedan repercutir negativamente al transcurso del proyecto.
- **Capítulo 4. Diseño de la solución:** se muestran las decisiones que se han tomado a nivel de arquitectura, patrones de diseño, y tecnologías empleadas.
- **Capítulo 5. Desarrollo de la solución:** se comentan las distintas partes que han compuesto el aplicativo, cómo se comportan y el funcionamiento interno de cada una de ellas, entrando en el apartado técnico.
- **Capítulo 6. Pruebas:** se muestran el conjunto de pruebas, que se han desarrollado para la posible identificación de errores y posibles fallos en su ejecución, todas ellas divididas en tipos.
- **Capítulo 7. Implementación y mantenimiento:** se explica el paso que se ha realizado para hacer que el aplicativo sea accesible para los usuarios y las medidas para su mantenimiento.
- **Capítulo 8. Manual de uso:** presenta una pequeña demo con el fin de que el usuario se familiarice con el uso de la solución, mostrando capturas del mismo.
- **Capítulo 9. Conclusión y Trabajo Futuro:** contempla las conclusiones que se han obtenido durante la realización del trabajo y las mejoras que se tomarán para siguientes versiones del mismo.
- **Apéndices:** se muestran anexos relacionados con análisis de tiempos y apartados relacionados con la codificación de la solución y análisis de tiempos.

---

---

## CAPÍTULO 2

# Estudio estratégico

---

*Los nonogramas junto otros gigantes rompecabezas de «papel y lápiz» tales como: sudoku, crucigramas, hundir la flota, ahorcado... se han adaptado a una era en la que está gobernada por las nuevas plataformas tecnológicas. Y más concretamente, en estos tiempos de incertidumbre, confinamientos e incluso ocio han propiciado que estos puzzles se hagan cada más presentes en nuestras vidas, alejándose una posible obsolescencia.*

### 2.1 Nonogramas en la era Digital

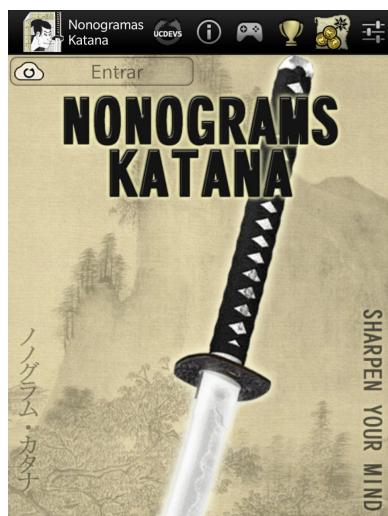
---

Pese a que la era Digital ofrece un amplio abanico de medios o plataformas que han incluido y popularizado estos rompecabezas, en este apartado nos enfocaremos en el de las aplicaciones móviles.

Para que el estudio sea exhaustivo, se explorarán aquellas aplicaciones disponibles en las principales tiendas de aplicaciones para las plataformas *Android* e *iOS*, *Google Play* y *App Store* respectivamente.

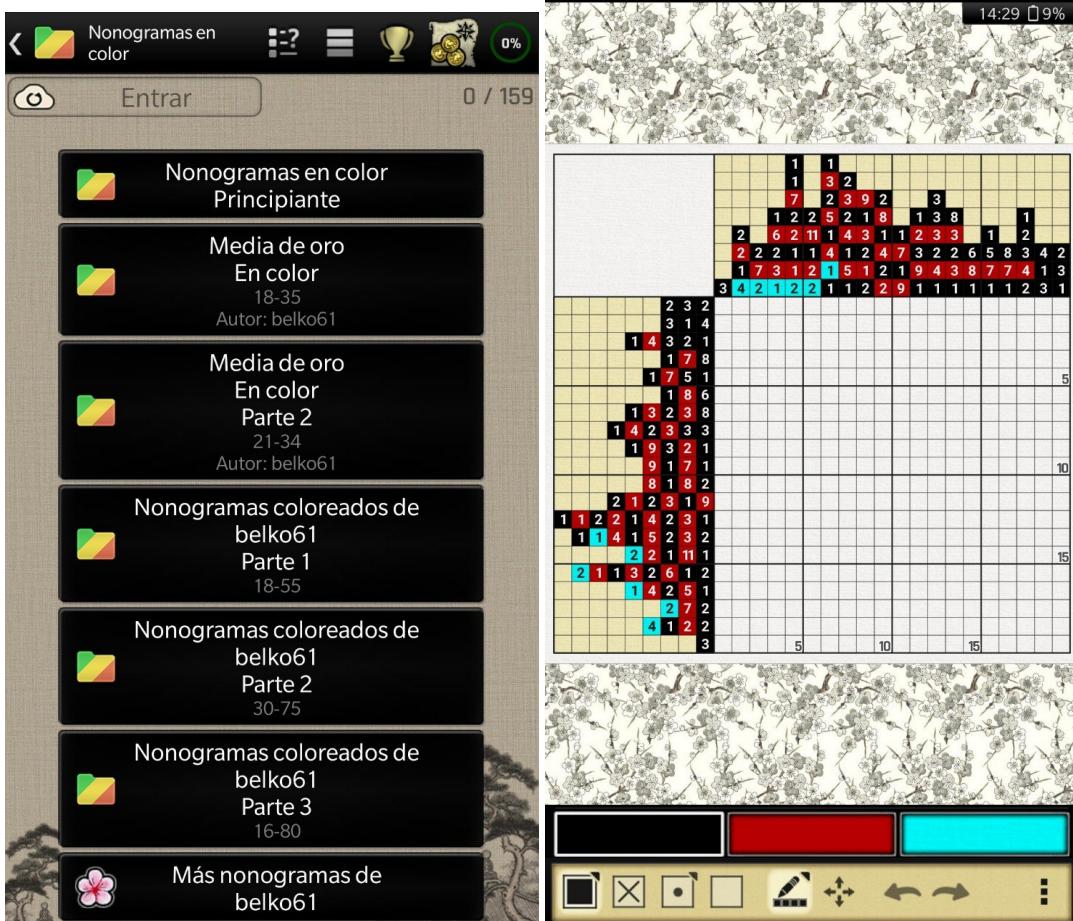
#### 2.1.1. Nonograms Katana

Nonograms Katana es una aplicación con una remarcada temática nipona, que permite al usuario resolver una gran variedad de *nonogramas*, de una gran variedad de categorías y dimensiones, como se puede comprobar en la Figura 2.2a.



**Figura 2.1:** Pantalla principal de Nonograms Katana

Además, como se puede apreciar en la Figura 2.2b, se incluye la resolución de *nonogramas* a color, en el que mediante un selector de colores el usuario pinta cada una de las celdas, resolviendo de este modo el *nonograma*.



**Figura 2.2:** Pantallas de Nonograms Katana con modalidad a color.

El aplicativo sigue la corriente clásica y no permite al usuario resolver los *nonogramas* basado en un número determinado de *vidas* o intentos (*disminuyendo su valor al pulsar sobre celdas erróneas*), siendo algo tediosa la experiencia de juego, ya que puede acarrear fallos durante su resolución.

Una característica notable de la aplicación es la de permitir al usuario crear sus propios *nonogramas*, compartirlos con la comunidad, y resolver los de otros usuarios. Sin embargo, esta propiedad no es su principal función y aparece bloqueada si no estás registrado, además de estar limitada por restricciones como los de la Figura 2.3.

El aplicativo presenta la propiedad de multilenguaje, no obstante, este presenta errores en sus traducciones, como se puede comprobar en la figura anteriormente citada.

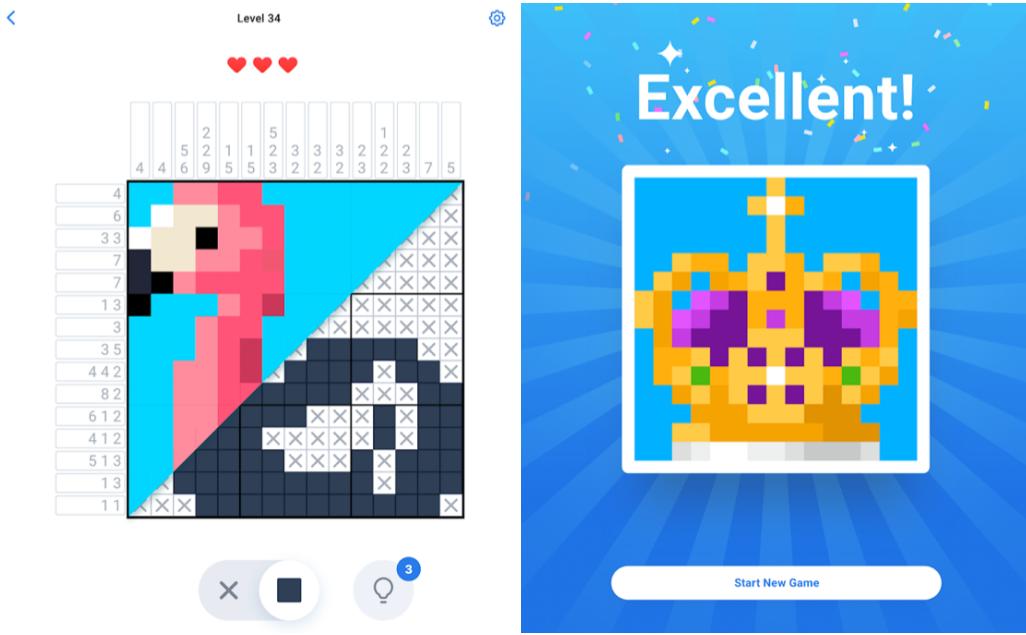


**Figura 2.3:** Modal de restricción en publicación en Nonograms Katana

### 2.1.2. Nonogram.com - Picture cross number puzzle

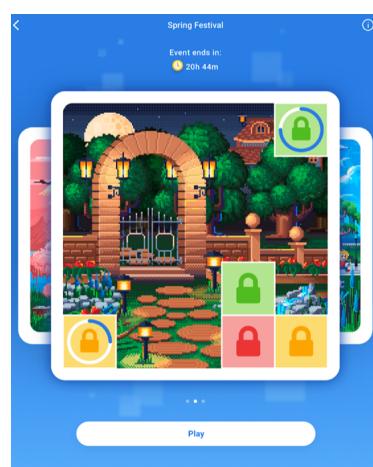
Una de las aplicaciones más descargadas dentro de la categoría puzzle con más de diez millones de descargas en la tienda *Google Play*, presenta una interfaz amigable y limpia.

Hace un buen uso de animaciones, destacando la experiencia de juego, algunas bastante remarcables como cuando la que se muestra en la Figura 2.4b, en cuanto finalizas un nivel.



**Figura 2.4:** Pantallas de Nonogram.com

Como característica extra de juego, como se visualiza en la Figura 2.4a, la barra inferior de juego incorpora un botón llamado *Pista*, con el que después de ser seleccionado, el usuario puede clicar sobre una celda determinada y descubrir si es correcta sin restar una vida, teniendo limitada esta opción a tres usos por nivel.



**Figura 2.5:** Pantalla de Evento Primavera de Nonogram.com

En el aplicativo, de forma recurrente, aparecen *Eventos* en los que el usuario puede resolver un conjunto de *nonogramas* especiales relacionados con una temática concreta, representada en la Figura 2.5.

La solución, como se ha podido comprobar, es de las más completas de las disponibles, no obstante, incluye publicidad excesivamente intrusiva para el usuario, presente en casi todas sus funcionalidades, que entorpecen la experiencia de juego, incluso llegando a entorpecer al jugador.

### 2.1.3. Nono Infinite

Este producto destaca por su interfaz *arcade*, con una clara intención de ser dirigida para todos los públicos, constraintando colores muy vivos, con formas que recuerdan mucho a juegos clásicos para niños, se puede ver reflejado en las Figuras 2.6.



(a) Pantalla selector de nivel

(b) Pantalla de resolución de un nivel 5x10

**Figura 2.6:** Pantallas de selección de nivel y juego de Nono Infinite

Como peculiaridad, presenta *nonogramas* de dimensiones poco usuales que difieren mucho de los clásicos, como el 5x10 presente en la Figura 2.6b. Así mismo, permite cambiar la dificultad de los niveles manteniendo las dimensiones del mismo, sin embargo, esta puede parecer un poco "artificial" ya que únicamente aumenta las distancias de las celdas correctas.

Resulta interesante cómo la solución aprovecha el apartado del tutorial, para habituar al usuario de forma interactiva con las reglas clásicas de los *nonogramas*, controles del mismo y consejos más avanzados, sobretodo para niveles más complejos, Figura 2.7.

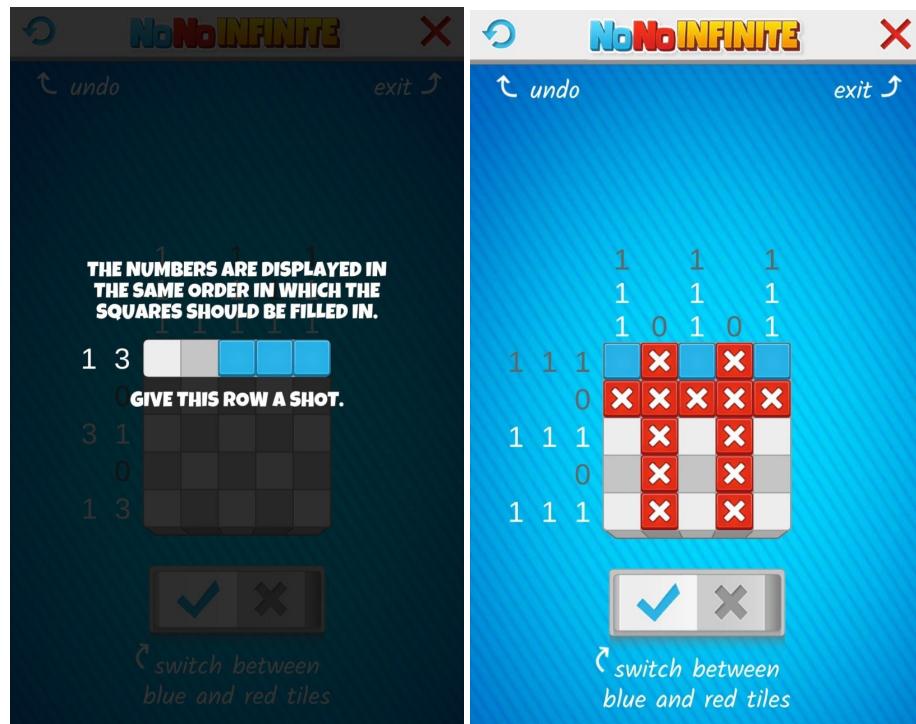


Figura 2.7: Pantallas de tutorial en Nono Infinite

#### 2.1.4. Family Crest Nonogram

Family Crest Nonogram es un juego que, pese a que no destaque por su apartado gráfico e interfaz de usuario, presenta muchas características que lo diferencian del resto de soluciones del género.

Lo más remarcable de la aplicación es que tenga establecido su uso en modo *landscape* (apaisado), adaptándose al formato de la mayoría de géneros de juegos de móvil. Sin embargo, este puede ser un punto negativo para muchos, ya que priva al jugador la esencia de estar jugando a un pasatiempo, recordándolo más a la de un *videojuego*.



Figura 2.8: Pantallas de Family Crest

No obstante, su experiencia de juego es muy notable, ya que presenta una *cruceta* (para moverse por cada una de las celdas) y botones físicos de acción que facilitan un mayor control, Figura 2.8b, además de incorporar una música ambiente que acompaña al usuario cada vez que está jugando un nivel.

## 2.2 Análisis de las aplicaciones

Al analizar las aplicaciones enfocadas al submundo de los *nonogramas*, vemos que siguen un patrón de similitudes, que resultan sustanciales para el desarrollo de una solución del género rompecabezas, además de ciertas peculiaridades que parecen interesantes para su inclusión en la solución. Es importante también remarcar y apartar aquellas características que puedan ser perjudiciales para una primera versión de la solución. A continuación, se muestra un tabla representativa de cada una de las características estudiadas, donde se objetarán su final inclusión en el aplicativo:

**Tabla 2.1:** Comparativa de características entre aplicaciones de interés y su inclusión como requisito

| Característica encontrada         | Nonogram Katana | Nonograma.com Picture cross | Nono Infinite | Family Crest | Incluido como requisito |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------|--------------|-------------------------|
| Aplicación multiplataforma        | ✓               | ✓                           | ✗             | ✓            | ✓                       |
| Temática especial                 | ✓               | ✗                           | ✓             | ✓            | ✓                       |
| Creación nonogramas               | ✓*              | ✗                           | ✗             | ✗            | ✓                       |
| Opción de autoguardado            | ✓               | ✓                           | ✗             | ✗            | ✓*                      |
| Registro de usuario               | ✓               | ✗                           | ✗             | ✗            | ✗                       |
| Sincronización de niveles en nube | ✓               | ✗                           | ✗             | ✗            | ✓                       |
| Juego con <i>vidas</i>            | ✗               | ✓                           | ✗             | ✗            | ✓*                      |
| Música ambiente                   | ✗               | ✗                           | ✗             | ✓            | ✗                       |
| Botón de pistas                   | ✗               | ✓                           | ✗             | ✗            | ✗                       |
| Botones físicos de acción         | ✓               | ✓                           | ✓             | ✓            | ✗                       |
| Variedad de visuales              | ✓               | ✗                           | ✗             | ✗            | ✓                       |
| Multi-idioma                      | ✓*              | ✓                           | ✗             | ✗            | ✓                       |
| Eventos especiales                | ✗               | ✓                           | ✗             | ✗            | ✗                       |
| Nonogramas a color                | ✓               | ✗                           | ✗             | ✗            | ✗                       |
| Tutorial de juego                 | ✓               | ✓                           | ✓             | ✗            | ✓                       |
| Sección Leaderboard               | ✓               | ✓                           | ✗             | ✗            | ✗                       |
| Selector de niveles               | ✓               | ✗                           | ✗             | ✓            | ✓                       |

La inclusión de las características de la Tabla 2.1 se ven indicadas mediante la siguiente simbología:

1. ✓: Característica incluida en el aplicativo.
2. ✗: Característica no incluida en el aplicativo.
3. ✓\*: Característica incluida en el aplicativo con ciertos matices.

## 2.3 Propuesta

---

Visualizando las características reflejadas en la Tabla 2.1 sacamos las siguientes conclusiones de cara a la creación de la primera versión de la aplicación como producto:

- Ya que la mayoría de apps estudiadas son multiplataforma, el aplicativo funcionará para ambas plataformas *Android* e *iOS*.
- Seguirá una temática especial con el fin de diferenciarlas del resto, además de ir alternando entre temas diversos cambiando la interfaz de usuario.
- Tanto la resolución como la creación de los nonogramas será una de las funciones de la solución, sin ningún tipo de restricción.
- El usuario podrá usar *servicios in-cloud* como: sincronización en nube o acceso a la base de datos sin tener que registrarse.
- La aplicación tendrá posibilidad multi-idioma, teniendo disponible inglés y español para esta primera versión, sin ningún tipo de errata.
- Se podrán jugar niveles de *nonogramas* de diferentes dimensiones clásicas, recordando a los de los medios físicos tradicionales, previamente explicado su uso por un tutorial intuitivo.
- Durante la resolución del nonograma, el usuario podrá resolverlo con una interfaz minimalista, en ausencia de botones físicos, además de poder alternar entre resolución con y sin *vidas*.
- Muchas de las características estudiadas se han tomado como no esenciales y quedarán descartadas para la primera versión.



---

---

# CAPÍTULO 3

## Análisis del problema

---

*La Ingeniería de Requisitos (IR) es el área más importante de la Ingeniería de Software y posiblemente de todo el ciclo de vida de una solución software (SDLC) [3]. Esta etapa es la responsable de que los requisitos recién detectados, aún incompletos e imprecisos, se transformen en especificaciones formales del aplicativo final.*

### 3.1 Especificación de requisitos

---

Para llevar a cabo la especificación total de requisitos se seguirá la norma tradicional establecida por el estándar internacional IEEE Std 830-1998 [8], elegido por una gran mayoría de jefes de departamentos software por su gran agilidad en la fase de gestión de requisitos [6].

A continuación, de acuerdo a la normativa ISO elegida, se mostrarán los contenidos acompañados por diagramas y buenas prácticas.

#### 3.1.1. Propósito

El propósito de esta sección es la de definir y formalizar los requerimientos que debe incorporar el *MVP* del aplicativo, facilitando y guiando el desarrollo del mismo.

#### 3.1.2. Ámbito

El ámbito, como se ha comentado en capítulos anteriores, es el de las aplicaciones móviles disponibles en plataformas *iOS* y *Android*.

El aplicativo en su versión *MVP* adoptará el nombre provisional de *NonoChallenge*, compuesto por el juego de palabras: *Nonograma* junto con el término anglosajón *Challenge* (reto). En el cual, el usuario hará uso de sus servicios propios y *en nube* tales como inicios de sesión, interacción con base de datos y sincronización.

#### 3.1.3. Terminología

Los términos relacionados con la ontología del sistema se ven enumerados y descritos por la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1:** Glosario de términos ontológicos del aplicativo

| Término   | Descripción  |
|-----------|--|
| Usuario   | Persona que hará el uso del conjunto de funcionalidades del aplicativo final |
| Nonograma | Rompecabezas de MxN dimensiones  |
| Nivel     | Nonograma a crear o resolver por el Usuario                                  |
| Progreso  | Datos relacionados con la persistencia de la resolución de un nivel          |

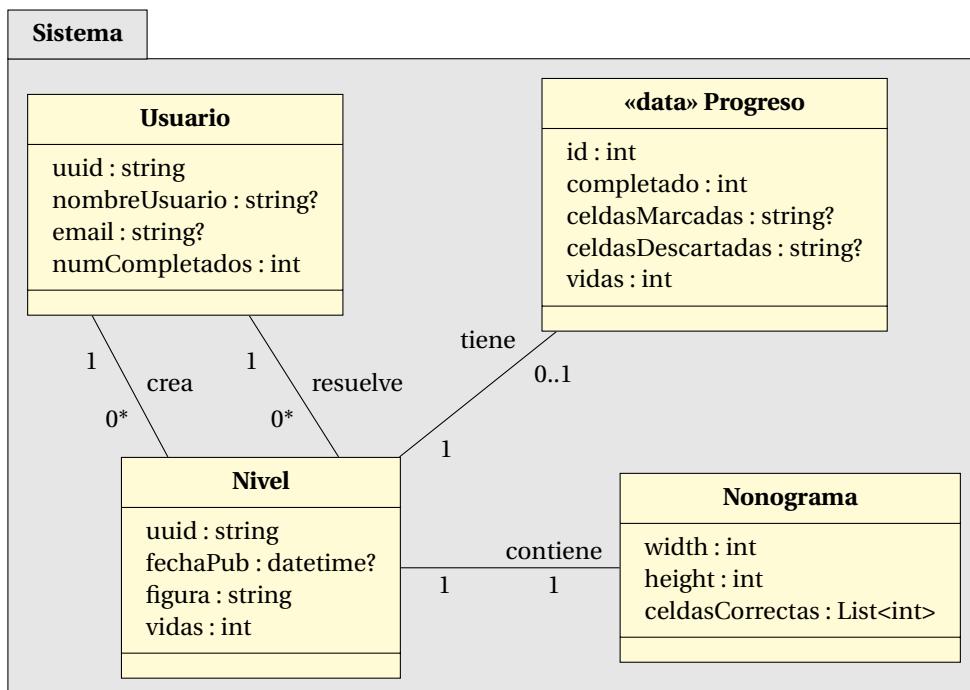
Por otra parte, los términos técnicos que componen el sistema son los que siguen:

**Tabla 3.2:** Glosario de términos técnicos del aplicativo

| Término              | Descripción   |
|----------------------|---|
| Nombre de usuario    | Nombre que adoptará el Usuario de forma opcional para su identificación en el aplicativo. |
| Email                | Cuenta de correo que hará uso el usuario para acceder a los servicios <i>en nube</i>      |
| Fecha de publicación | Fecha en la que el usuario crea y publica un nivel  |
| Figura               | Nombre identificativo de un nonograma   |
| Vidas                | Número de intentos en la resolución de un nivel   |

### 3.1.4. Modelo de Dominio

Una vez introducida la terminología propia del sistema, para un mayor entendimiento del contexto del mismo, se representa un diagrama de clases de acuerdo a las reglas clásicas UML, como se puede visualizar en la Figura 3.1.

**Figura 3.1:** Diagrama del modelo de dominio

A continuación, se comenta la función de cada una de las clases conceptuales y se enumeran en las Tablas 3.3- 3.6 los atributos que las componen. (*La anotación ? al lado del tipo refleja su posibilidad de nulidad en el sistema.*)

- **Clase Usuario:** Conjunto de datos del usuario relacionados con el sistema.

**Tabla 3.3:** Atributos de la clase Usuario

| Atributos de Usuario                | Descripción  |
|-------------------------------------|--|
| uuid<br><i>string</i>               | Cadena de caracteres único que identifica al usuario a nivel interno |
| nombre de Usuario<br><i>string?</i> | Pseudónimo único a elegir por el usuario en el sistema               |
| email<br><i>string?</i>             | Cuenta de correo de registro única para el usuario                   |
| numCompletados<br><i>int</i>        | Número de niveles completados por el usuario                         |

- **Clase Nivel:** Muestra las características de un determinado nivel a resolver.

**Tabla 3.4:** Atributos de la clase Nivel

| Atributos de Nivel                       | Descripción  |
|--|--|
| uuid<br><i>string</i>                    | Cadena de caracteres único que identifica al nivel                       |
| fecha de Publicación<br><i>dateTime?</i> | Fecha de creación del nonograma en caso de llegar a publicarse           |
| figura<br><i>string</i>                  | Nombre del nivel mostrado una vez resuelto                               |
| vidas<br><i>int</i>                      | Número de intentos que dispone un usuario para la resolución de un nivel |

- **Clase Progreso:** Clase de persistencia que contiene los datos durante la resolución de un nivel.

**Tabla 3.5:** Atributos de la clase Progreso

| Atributos de Progreso              | Descripción  |
|------------------------------------|--|
| id<br><i>int</i>                   | Número de identificación del progreso de un determinado nivel  |
| completado<br><i>int</i>           | Indica con un 1 si el nivel está resuelto y 0 si no lo está (simulando un dato de tipo booleano)           |
| celdasMarcadas<br><i>string</i>    | Números de las celdas pintadas separados por delimitadores (simulando un dato de tipo lista de enteros)    |
| celdasDescartadas<br><i>string</i> | Números de las celdas descartadas separados por delimitadores (simulando un dato de tipo lista de enteros) |
| vidas<br><i>int</i>                | Números de vidas que dispone el usuario en ese momento   |

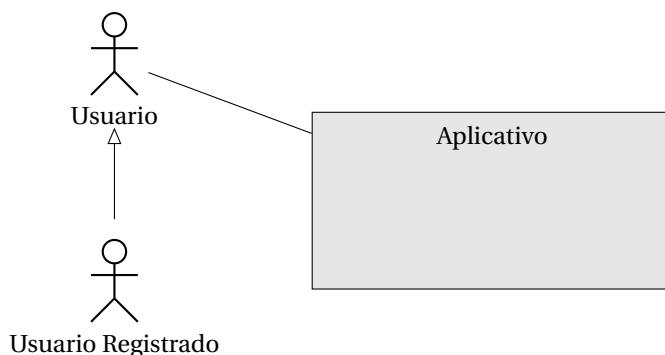
- **Clase Nonograma:** Contiene los datos del nonograma de un determinado nivel.

**Tabla 3.6:** Atributos de la clase Nonograma

| Atributos de Nonograma                    | Descripción   |
|---|---|
| width<br><i>int</i>                       | Número de filas de celdas que compone el Nonograma                    |
| height<br><i>int</i>                      | Número de columnas de celdas que compone el Nonograma                 |
| celdasCorrectas<br><i>List&lt;int&gt;</i> | Lista de los números de celdas que componen la solución del Nonograma |

### 3.1.5. Límites del Sistema

Para representar los límites de la aplicación, se emplea un diagrama de contexto en el que se muestra la jerarquía de los actores que van a interactúan con el aplicativo.



**Figura 3.2:** Diagrama de contexto del aplicativo

Como se puede apreciar en el diagrama de la Figura 3.2, únicamente van a interacutar dos actores con el sistema: i) el usuario sin registro, que emplea únicamente las funciones locales del sistema y ii) el usuario registrado, que podrá emplear tanto las funciones locales como *en nube* del aplicativo.

### 3.1.6. Restricciones del Sistema

En este apartado se muestran algunas de las restricciones que pueden impedir algunas de las funcionalidades que ofrece el sistema al usuario, vistos en la Tabla 3.7.

**Tabla 3.7:** Restricciones del sistema

| Restricción             | Descripción  |
|-------------------------|--|
| Memoria del dispositivo | Posibilidad de que el dispositivo no tenga suficiente memoria disponible para guardar el progreso de la resolución de los niveles.<br><i>Probabilidad prácticamente despreciable</i> |
| Conexión a internet     | Las funcionalidades <i>en nube</i> requieren de conexión a internet para poder llegar a usarse.  |
| Cuenta de Google        | El usuario puede carecer de una cuenta de correo de Google necesaria para hacer uso de las funcionalidades <i>en nube</i> .  |

### 3.1.7. Características del Sistema

Una vez vistas las limitaciones y restricciones del sistema, se pueden analizar las características finales a incorporar en la aplicación, mediante *casos de uso*.

#### 3.1.7.1. Casos de uso principales

Estos, son los que se encontrarán en la *Pantalla Principal* y *Pantalla de Selección de Nonogramas* del aplicativo.

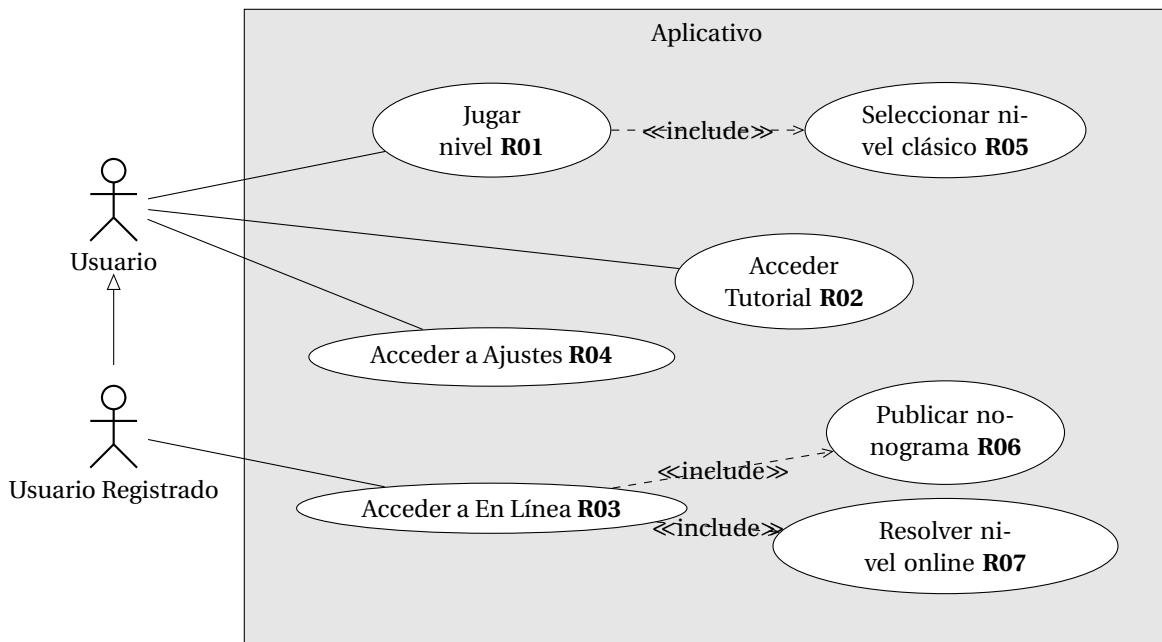


Figura 3.3: Diagrama de casos de usos principales

#### 3.1.7.2. Casos de uso de resolución de nivel

Estarán disponibles en la pantalla de resolución de nivel.

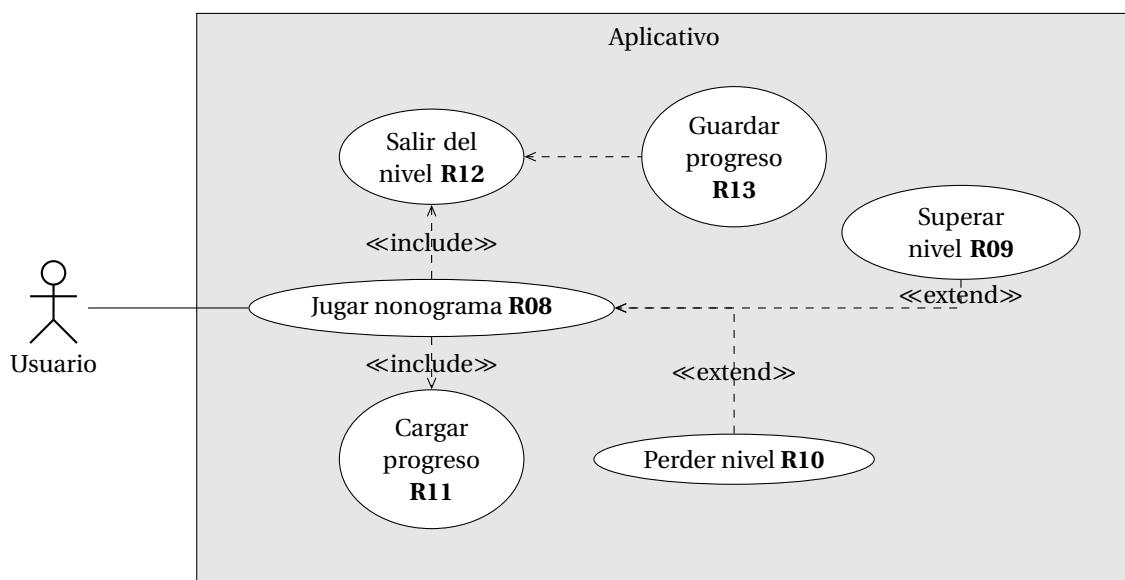
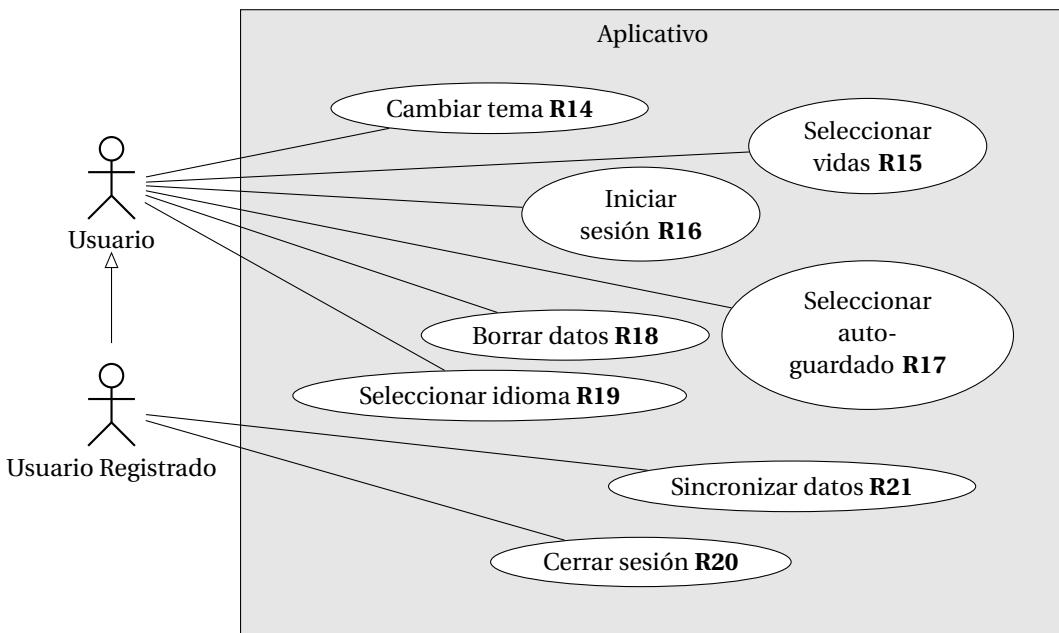


Figura 3.4: Diagrama de casos de usos en pantalla de resolución de nivel

### 3.1.7.3. Casos de uso de ajustes

Casos de uso visibles en la *Pantalla de Ajustes* del sistema.



**Figura 3.5:** Diagrama de casos de ajustes

*Cada uno de los requisitos funcionales (RF) han sido numerados con un identificador RXX, los cuales se harán referencia en su especificación.*

### 3.1.8. Requisitos funcionales

Para evitar posibles inconsistencias a nivel de producto, se especificarán cada uno de los requisitos funcionales previamente numerados, enumerando sus datos de entrada y salida, precondiciones, postcondiciones, flujos y criterios de aceptación.

| Actor: <b>Usuario</b> | R1 - Jugar nivel   |
|-----------------------|--|
| Descripción           | Acceder al listado de niveles clásicos disponibles en el sistema |
| Precondiciones        | Ninguna  |
| Entradas              | Ninguna  |
| Salidas               | Listado de sensores predeterminados clásicos                     |
| Postcondiciones       | Se mostrará el listado de niveles                                |
| Flujo principal       | 1. Presionar la sección Jugar                                    |

**Tabla 3.8:** Tabla de requisito funcional *Jugar nivel*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R2 - Visualizar Tutorial</b>  |
|-----------------------|--|
| Descripción           | Muestra el tutorial para familiarizar al usuario de las reglas de la resolución de nonogramas  |
| Precondiciones        | Ninguna  |
| Entradas              | Ninguna  |
| Salidas               | Listado de reglas y consejos   |
| Postcondiciones       | Se mostrarán los consejos y reglas   |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presionar la sección Tutorial</li> <li>2. Deslizar el conjunto de consejos y reglas</li> </ol> |

**Tabla 3.9:** Tabla de requisito funcional *Visualizar Tutorial*

| <b>Actor: Usuario Registrado</b> | <b>R3 - Acceder sección En Línea</b>   |
|----------------------------------|--|
| Descripción                      | Muestra el conjunto de funciones en red  |
| Precondiciones                   | El usuario debe estar registrado   |
| Entradas                         | Número identificativo del usuario registrado                                       |
| Salidas                          | Listado de funcionalidades en línea  |
| Postcondiciones                  | Se mostrará el listado de funcionalidades  |
| Flujo principal                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presionar la sección En Línea</li> </ol> |

**Tabla 3.10:** Tabla de requisito funcional *Acceder sección En Línea*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R4 - Acceder sección Ajustes</b>   |
|-----------------------|---|
| Descripción           | Muestra el conjunto de configuraciones propias del sistema                        |
| Precondiciones        | Ninguna   |
| Entradas              | Ninguna   |
| Salidas               | Listado de configuraciones  |
| Postcondiciones       | Se mostrará el listado de configuraciones   |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presionar la sección Ajustes</li> </ol> |

**Tabla 3.11:** Tabla de requisito funcional *Acceder sección Ajustes*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R5 - Seleccionar nivel clásico</b>   |
|-----------------------|---|
| Descripción           | Permite seleccionar un nivel predeterminado del aplicativo                            |
| Precondiciones        | Ninguna   |
| Entradas              | Ninguna   |
| Salidas               | Listado de niveles predeterminados  |
| Postcondiciones       | Se mostrará el listado de niveles   |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar un nivel del listado</li> </ol> |

**Tabla 3.12:** Tabla de requisito funcional *Seleccionar nivel clásico*

| <b>Actor: Usuario Registrado</b> | <b>R6 - Publicar nonograma</b>   |
|----------------------------------|--|
| Descripción                      | Permite crear un nonograma con características específicas   |
| Precondiciones                   | El usuario debe estar registrado   |
| Entradas                         | Nombre del nonograma, dimensiones, celdas correctas y nombre del autor   |
| Salidas                          | Nonograma creado y disponible en el listado de nonogramas en línea   |
| Postcondiciones                  | Se mostrará el listado de niveles  |
| Flujo principal                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar la sección Crear nonograma</li> <li>2. Establecer nombre y dimensiones del nonograma y autor</li> <li>3. Seleccionar cada una de las celdas indicando que son correctas</li> </ol> |

**Tabla 3.13:** Tabla de requisito funcional *Publicar nonograma*

| <b>Actor: Usuario Registrado</b> | <b>R7 - Resolver nivel online</b>   |
|----------------------------------|---|
| Descripción                      | Permite descargar y resolver un nivel creado por el mismo usuario o por la comunidad                    |
| Precondiciones                   | El usuario debe estar registrado  |
| Entradas                         | Nonograma seleccionado  |
| Salidas                          | Nonograma descargado  |
| Postcondiciones                  | Se mostrará el nivel online a resolver  |
| Flujo principal                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar un nivel del listado de niveles online</li> </ol> |

**Tabla 3.14:** Tabla de requisito funcional *Resolver nivel online*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R8 - Jugar nonograma</b>  |
|-----------------------|--|
| Descripción           | Muestra la pantalla y permite la resolución del nonograma de forma interactiva   |
| Precondiciones        | Se debe haber seleccionado un nivel  |
| Entradas              | Nivel seleccionado   |
| Salidas               | Nonograma a resolver   |
| Postcondiciones       | Se mostrará el nonograma a resolver  |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pulsar en las celdas para descubrir las celdas correctas y resolver el nonograma</li> <li>2. Pulsar dos veces o mantener pulsado en las celdas para indicar la celda como no correcta</li> </ol> |

**Tabla 3.15:** Tabla de requisito funcional *Jugar nonograma*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R9 - Superar nivel</b>  |
|-----------------------|--|
| Descripción           | Muestra una pantalla de felicitación una vez resuelto el nonograma   |
| Precondiciones        | Todas las celdas correctas del nonograma se deben haber seleccionado y se debe disponer de vidas                                 |
| Entradas              | Nivel seleccionado, celdas correctas y vidas   |
| Salidas               | Nonograma descubierta  |
| Postcondiciones       | Se mostrará una pantalla de felicitación y la información del nonograma resuelto   |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>Pulsar sobre cada una de las celdas correctas del nonograma superando el nivel</li> </ol> |

**Tabla 3.16:** Tabla de requisito funcional *Superar nivel*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R10 - Perder nivel</b>   |
|-----------------------|---|
| Descripción           | Muestra una pantalla indicando que has fallado en la resolución del nivel y permite intentarlo de nuevo                 |
| Precondiciones        | El número de vidas especificado en ajustes debe ser finito y durante el nivel el usuario debe haberse quedado sin vidas |
| Entradas              | Número de vidas   |
| Salidas               | Opción intentar de nuevo  |
| Postcondiciones       | Se mostrará una pantalla de repetir nivel   |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>Pulsar sobre celdas incorrectas hasta quedarse sin vidas</li> </ol>              |

**Tabla 3.17:** Tabla de requisito funcional *Perder nivel*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R11 - Cargar progreso</b>  |
|-----------------------|---|
| Descripción           | Muestra un pop-up permitiendo al usuario poder cargar el progreso de la resolución del nivel                  |
| Precondiciones        | El nivel seleccionado para su resolución debe de haberse jugado anteriormente y tener un progreso             |
| Entradas              | Nivel específico y progreso del mismo   |
| Salidas               | Último progreso de la resolución del nivel seleccionado   |
| Postcondiciones       | Se mostrará la pantalla de resolución del nivel con el último progreso guardado                               |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>Pulsar sobre la opción cargar progreso en un nivel concreto</li> </ol> |

**Tabla 3.18:** Tabla de requisito funcional *Cargar progreso*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R12 - Salir del nivel</b>  |
|-----------------------|---|
| Descripción           | Permite al usuario salir del nivel  |
| Precondiciones        | El usuario debe de encontrarse en la pantalla de resolución de un nivel                     |
| Entradas              | Ninguna   |
| Salidas               | Ninguna   |
| Postcondiciones       | Se mostrará el listado de niveles   |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pulsar sobre la opción salir del nivel</li> </ol> |

**Tabla 3.19:** Tabla de requisito funcional *Salir del nivel*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R13 - Guardar progreso</b>  |
|-----------------------|--|
| Descripción           | Permite al usuario guardar su progreso durante la resolución de un nivel   |
| Precondiciones        | El usuario debe de encontrarse en la pantalla de resolución de un nivel y debe de haberse habilitado la opción Autoguardado en ajustes |
| Entradas              | Ninguna  |
| Salidas               | Ninguna  |
| Postcondiciones       | Se guardará el progreso del nivel  |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Salir del nivel teniendo habilitada la opción de Autoguardado habilitada</li> </ol>          |

**Tabla 3.20:** Tabla de requisito funcional *Guardar progreso*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R14 - Cambiar tema</b>  |
|-----------------------|--|
| Descripción           | Concede al usuario la opción de elegir un tema visual dentro de los disponibles del sistema  |
| Precondiciones        | Ninguna  |
| Entradas              | Tema a elegir  |
| Salidas               | Ninguna  |
| Postcondiciones       | Se actualizará el tema global del sistema  |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar el tema a elegir mediante el botón Cambiar, eligiendo de forma dinámica la combinación de colores</li> </ol> |

**Tabla 3.21:** Tabla de requisito funcional *Cambiar tema*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R15 - Seleccionar vidas</b>  |
|-----------------------|---|
| Descripción           | Concede al usuario la opción de elegir el número de vidas disponibles durante la resolución de un nivel                                     |
| Precondiciones        | Ninguna   |
| Entradas              | Número de vidas a elegir  |
| Salidas               | Ninguna   |
| Postcondiciones       | Se actualizará el número de vidas por defecto en la resolución de un nivel  |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar el número de vidas mediante el botón cambiar (de 1 a 5 vidas) o infinitas.</li> </ol> |

**Tabla 3.22:** Tabla de requisito funcional *Seleccionar vidas*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R16 - Iniciar sesión</b>  |
|-----------------------|--|
| Descripción           | Permite al usuario registrarse en el caso de no estar registrado mediante una cuenta de Google e identificarse dentro del aplicativo para acceder a las funciones online |
| Precondiciones        | Ninguna  |
| Entradas              | Credenciales de Google   |
| Salidas               | Ninguna  |
| Postcondiciones       | Se actualizará la cuenta que ha iniciado sesión el usuario a nivel de sistema  |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar la opción de Ingresar en Cuenta de usuario</li> <li>2. Presionar Iniciar sesión con Google</li> </ol>              |

**Tabla 3.23:** Tabla de requisito funcional *Iniciar sesión*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R17 - Seleccionar autoguardado</b>  |
|-----------------------|--|
| Descripción           | Permite al usuario elegir habilitar o deshabilitar la opción de autoguardado en la resolución de niveles |
| Precondiciones        | Ninguna  |
| Entradas              | Ninguna  |
| Salidas               | Ninguna  |
| Postcondiciones       | Se actualizará la opción de autoguardado en las preferencias del sistema                                 |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Habilitar o deshabilitar la opción de autoguardado</li> </ol>  |

**Tabla 3.24:** Tabla de requisito funcional *Seleccionar autoguardado*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R18 - Borrar datos</b>   |
|-----------------------|---|
| Descripción           | Borra el progreso de todos los niveles jugados  |
| Precondiciones        | Ninguna   |
| Entradas              | Ninguna   |
| Salidas               | Ninguna   |
| Postcondiciones       | Se debe de perder el progreso de todos los niveles jugados  |
| Flujo principal       | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Presionar la opción borrar en la sección borrar progreso</li> </ul> |

**Tabla 3.25:** Tabla de requisito funcional *Borrar datos*

| <b>Actor: Usuario</b> | <b>R19 - Seleccionar idioma</b>   |
|-----------------------|---|
| Descripción           | Cambia el idioma global del aplicativo  |
| Precondiciones        | Ninguna   |
| Entradas              | Ninguna   |
| Salidas               | Ninguna   |
| Postcondiciones       | Se debe de perder el progreso de todos los niveles jugados  |
| Flujo principal       | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Presionar la opción cambiar, seleccionando el idioma deseado</li> </ul> |

**Tabla 3.26:** Tabla de requisito funcional *Seleccionar idioma*

| <b>Actor: Usuario Registrado</b> | <b>R20 - Cerrar sesión</b>   |
|----------------------------------|--|
| Descripción                      | Cierra sesión del usuario, cambiando los datos del jugador a nivel global del aplicativo   |
| Precondiciones                   | El usuario debe estar registrado   |
| Entradas                         | Ninguna  |
| Salidas                          | Ninguna  |
| Postcondiciones                  | Mostrar al usuario que su sesión ha sido finalizada  |
| Flujo principal                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Presionar en Ingresar en el apartado Cuenta de usuario</li> <li>2. Presionar en Finalizar sesión con Google</li> </ul> |

**Tabla 3.27:** Tabla de requisito funcional *Cerrar sesión*

| Actor: <b>Usuario</b> | <b>R21 - Sincronizar datos</b>  |
|-----------------------|---|
| Descripción           | Guarda el progreso de los niveles clásicos mediante el servicio en nube     |
| Precondiciones        | El usuario debe estar registrado  |
| Entradas              | Ninguna   |
| Salidas               | Ninguna   |
| Postcondiciones       | Mostrar un popup indicando que los datos han sido sincronizados             |
| Flujo principal       | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Presionar la Sincronizar</li></ol> |

**Tabla 3.28:** Tabla de requisito funcional *Sincronizar datos*



---

# CAPÍTULO 4

## Diseño de la solución

---

*El desarrollo de una aplicación multiplataforma es una opción cada vez más a tener en cuenta dentro del ámbito del desarrollo móvil [1]. La mayor parte de desarrollos se van a querer destinar a las principales plataformas móviles, con el fin de llegar al máximo número de usuarios posibles.*

### 4.1 Tecnología empleada

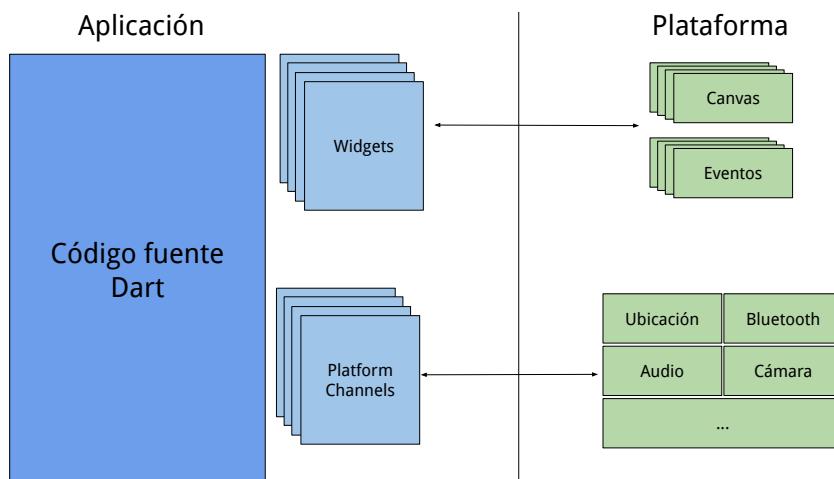
---

Como se había decidido en el segundo capítulo, la realización de este *MVP* irá dirigido para las plataformas móviles: *Android* e *iOS*. El desarrollo de una aplicación *nativa* para cada sistema, evidentemente, no sería factible, ya que implicaría el doble de esfuerzo en la codificación, testing y mantenimiento del producto [7].

Por ello, es necesario el uso de un *framework* de ámbito multiplataforma que nos proporcione un soporte para ambas plataformas. En este caso, se ha optado por la prometedora herramienta de desarrollo impulsada por *Google*: *Flutter*.

#### 4.1.1. Flutter y Dart

*Flutter* junto a su lenguaje de programación principal, *Dart*, buscan aproximar al usuario la apariencia y rendimiento propio al de un desarrollo *nativo*, aprovechando todas las ventajas que proporciona un *framework multiplataforma* [12].



**Figura 4.1:** Diagrama de renderización de *Flutter*[13]

Esta relación *apariencia/rendimiento*, la consigue *Flutter* de forma exitosa *renderizando* directamente sus componentes, *widgets*, en un *canvas*, permitiendo visualizar el mismo componente en las diferentes plataformas.

Del mismo modo, realiza la conversión directa de servicios propios, *Platform Channels*, en librerías nativas que interactúan con las funcionalidades propias del dispositivo [13], tal y como se puede visualizar en la Figura 4.1.

Esta es una de las razones principales por las que se ha elegido el uso de este herramienta frente a otros *frameworks* de desarrollo móvil como:

- *Frameworks de desarrollo móvil basados en Javascript* como: *React Native* y *Vue Native*, que necesitan de una capa adicional para realizar la conversión a *componentes nativos*, pudiendo afectar al rendimiento.
- Los *frameworks embebidos* como *Ionic* que emplea un *WebView* para mostrar los componentes, dando la sensación que no estás ejecutando una aplicación móvil, sino un sitio web embebido.

#### 4.1.2. Firebase

Para todas las funcionalidades relacionadas con servicios *en nube*, vistos en la fase de Análisis, se empleará la plataforma de desarrollo backend impulsada y recomendada por *Google*: *Firebase*.

Gracias a que *Firebase* presenta una base de datos del tipo *real-time*, permitirá la sincronización de los datos durante la ejecución del aplicativo [9]. Esta característica resulta ideal, ya que *Flutter* al tratarse de un *framework "declarativo"* no requiere de eventos para sincronizar los datos, permitiendo al usuario visualizar los datos, en todo momento, sincronizados en pantalla, sin necesidad de que el usuario realice un *input de refrescar*.

Resulta muy potente esta propiedad, ya que la han querido adoptar los frameworks de desarrollo móvil nativo principales, con aproximaciones como: *SwiftUI* para aplicaciones *iOS* y *Jetpack Compose* para soluciones *Android*.

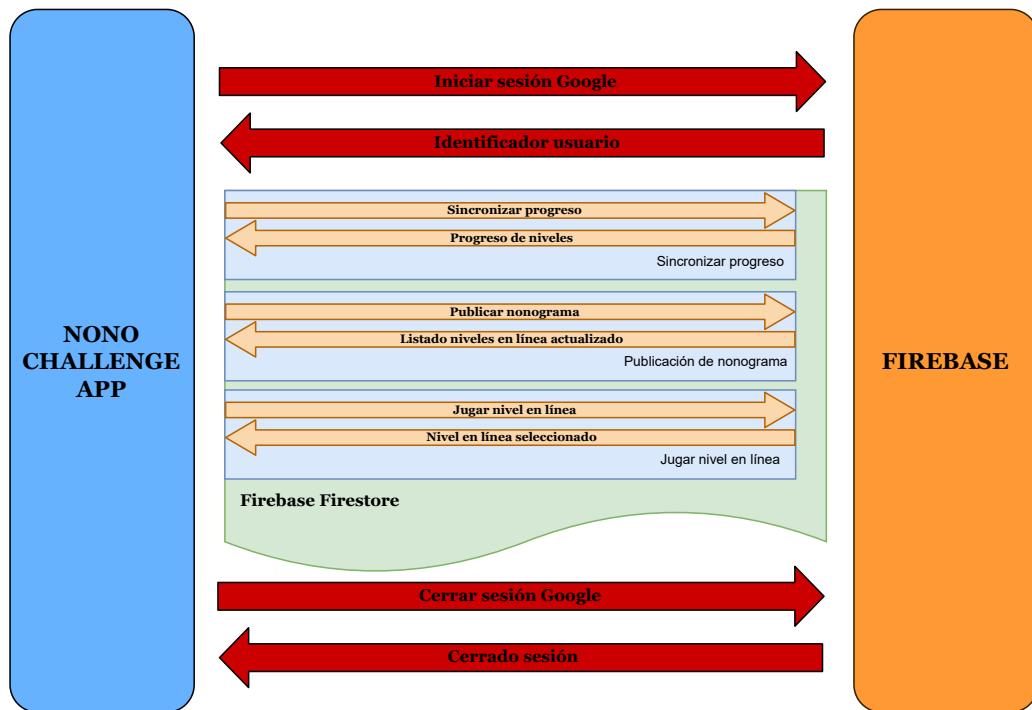
Además, esta, al pertenecer al tipo de las *no relacionales*, presenta ciertos beneficios frente a las *relacionales*, a tener en cuenta en la definición de los modelos, tales como flexibilidad, seguridad y rendimiento.

La funcionalidades *in-cloud* del *back-end* de la aplicación final quedarán cubiertas por los apartados mostrados en la Tabla 4.1

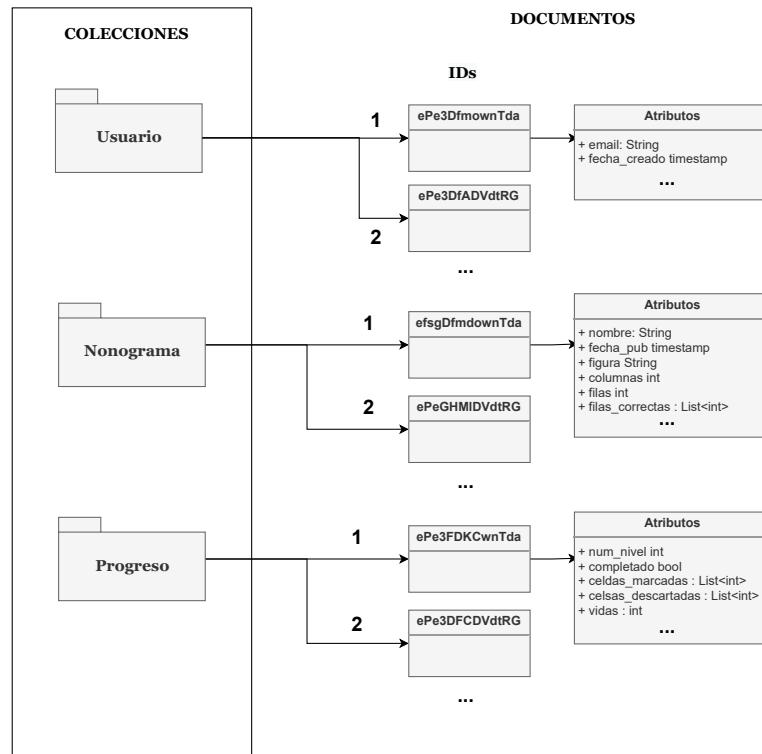
**Tabla 4.1:** Funcionalidades *en nube* cubiertas por *Firebase*

| Funcionalidad   | Tecnología   |
|-----------------|--|
| Autentificación | <b>Firebase Authentication</b> , permite al usuario el acceso a las funciones de la plataforma mediante inicio sesión tradicional (cuenta de correo y contraseña) o por RRSS.  |
| Base de datos   | <b>Firebase Firestore</b> , permite al usuario interactuar mediante funciones CRUD la base de datos del sistema.   |
| Analíticas      | <b>Firebase Analytics</b> , monitoriza la experiencia de usuario y extrae estadísticas de cara al lanzamiento de futuras versiones tales como: porcentaje de usuarios libre de errores y número de usuarios activos. |

El diagrama de flujo del aplicativo con los servicios que ofrece la plataforma *Firebase* puede verse representado por el diagrama de la Figura 4.2

**Figura 4.2:** Diagrama de flujo con *Firebase*

La gestión del progreso y publicación/resolución de niveles en línea se realizará mediante la función de *Cloud Firestore*, para ello todas las transacciones se realizarán a través del identificador único de usuario.

**Figura 4.3:** Diagrama de estructura de datos de *Firestore*

En cuanto a la estructuración de los datos, al tratarse de una base de datos no relacional, de tipo *NoSql*, se tratarán los datos en forma de *documentos*, cada uno con una clave identificativa única y una serie de atributos. Estos documentos se almacenarán según su tipo en contenedores llamados *colecciones*: *usuarios*, *nonogramas* y *progresos*, en el caso de este aplicativo.

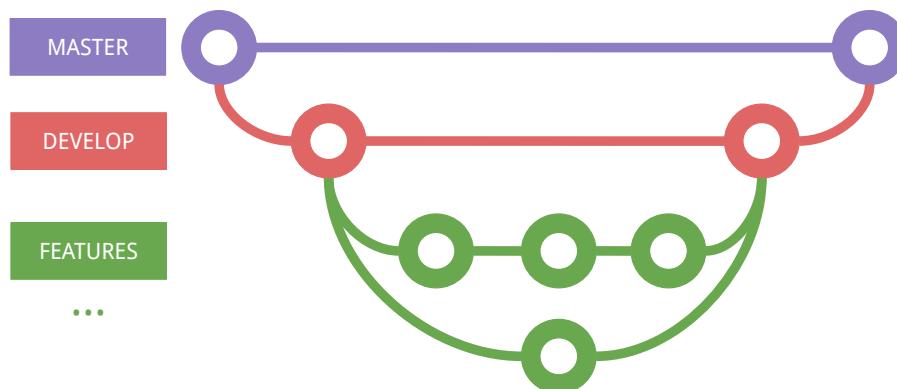
Este modelo de datos, a diferencia de los relacionales puede ser totalmente flexible y definido por el aplicativo, no obstante, para asegurar una mayor consistencia se ha definido desde el portal web de *Firebase*, Figura 4.3.

#### 4.1.3. Visual Studio Code

Como *IDE* de desarrollo se empleará la herramienta *Visual Studio Code*, desarrollado por *Microsoft*, frente a otros entornos como: *XCode* y *Android Studio*, ya que este dispone de una gran cantidad de *extensiones* o *plugins* que facilitan notablemente el proceso de *codificación*, además de estar mejor optimizado para labores de *compilación* y *depuración*.

#### 4.1.4. GitHub

Se empleará *GitHub* para el *control de versiones*, siguiendo la metodología propias de *GitFlow*, en el que tendremos, como se puede visualizar en la Figura 4.4: i) una rama *master* para versiones finales del aplicativo, ii) una rama *develop* en la que aunar las funcionalidades desarrolladas y iii) las ramas *feature* que se crearán por cada funcionalidad a desarrollar, dividida por todas las capas propuestas por la filosofía *Clean Architecture*, junto a sus *suites de tests*.



**Figura 4.4:** Diagrama del funcionamiento de *GitFlow*

Además, nos nutriremos de las buenas prácticas, *librerías* y *repositorios* disponibles en la plataforma, aprovechando la subida exponencial de la comunidad *Flutter* en este último año, posicionándose dentro de las tecnologías con más *stars* en el *sitio web* [14].

## 4.2 Arquitectura del Sistema

Una vez definidas las tecnologías que se van a utilizar para el desarrollo de la solución, es importante definir una arquitectura que encaje dentro del abanico de requisitos que se desean incluir, además de las funcionalidades que aportan las tecnologías estudiadas.

Se requiere de una arquitectura de *software* que no tenga tanta complejidad, ya que no se trata de un proceso industrial y el desarrollo va a ser realizado por una persona, además de

estar bien establecida, ya que no se quiere entorpecer la escalabilidad del sistema, facilitando, de esta forma, las fases de testeo y mantenimiento.

Para un desarrollo con *Flutter* como *framework* de desarrollo *front-end* y *Firebase* como infraestructura de servicios *back-end*, se empleará, la *arquitectura por capas*, o *Layered Architecture* una de las más arquitecturas más conocidas y elegidas en entornos de desarrollo móvil [10].

#### 4.2.1. Arquitectura por capas

El objetivo de esta arquitectura es la de abstraer lo máximo posible los diferentes bloques o componentes que van a conformar el sistema.

Empleando la siguiente arquitectura se pretenderá obtener, a corto y largo plazo, los siguientes beneficios:

- Componentes que desempeñan una única funcionalidad bien definida.
- Mayor escalabilidad, favoreciendo la inclusión de nuevas funcionalidades.
- Facilidad en la identificación de posibles *bugs* o errores relativos a la ejecución del aplicativo.
- Permite la inclusión de *patrones de diseño* en el sistema.
- Código más legible y fácil de entender.

Mediante esta arquitectura es posible dividir el sistema mediante N bloques, para el aplicativo final se ha optado por una arquitectura dividida en cuatro capas, como se puede visualizar en la Figura 4.5.

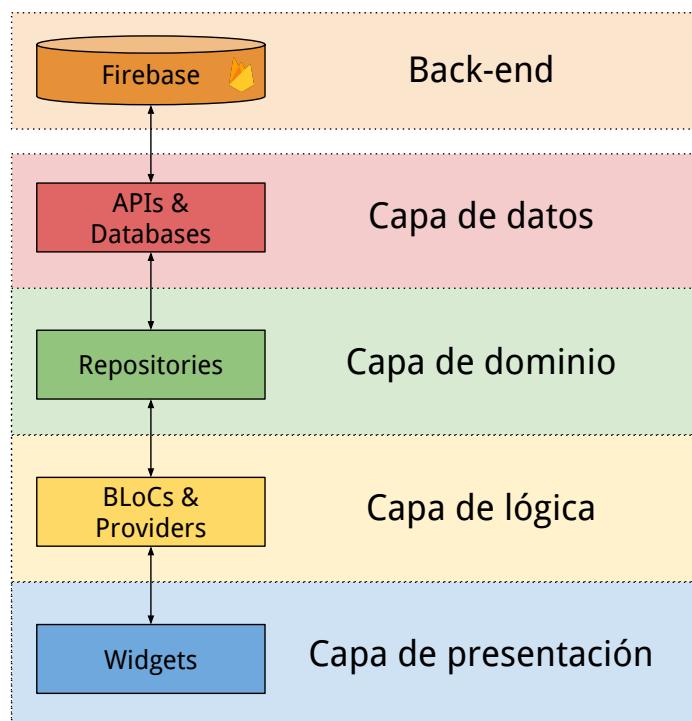


Figura 4.5: Diagrama de *Arquitectura basada en cuatro capas*

A continuación, se comentará la funcionalidad de cada una de las capas, en la Tabla 4.2:

**Tabla 4.2:** Función de las capas de la arquitectura del sistema

| Capa                 | Funcionalidad  |
|----------------------|--|
| Capa de presentación | Mediante <i>widgets</i> se presentarán todas las vistas y componentes que contiene el aplicativo.  |
| Capa de lógica       | A partir de <i>manejadores de estados</i> se controlarán todos los cambios de estado presentes en la capa de <i>presentación</i> .                   |
| Capa de dominio      | Las interfaces <i>repositorio</i> servirán de esqueleto para las clases relacionadas con la capa de <i>datos</i> .                                   |
| Capa de datos        | Implementando las interfaces de la capa de <i>dominio</i> se obtendrán los datos de fuentes externas como nuestro <i>back-end</i> de <i>Firebase</i> |

Adicionalmente, justo a este modelo de capas se adoptará la arquitectura *Clean Architecture* y la metodología de desarrollo guiado por pruebas *TDD*, práctica cada vez más vista en proyectos extensos y de gran escalabilidad [2]. La combinación de estas dos prácticas, permitirán modularizar al máximo las funcionalidades del sistema, haciéndolas más reutilizables y fáciles de monitorizar en las tareas de identificación de errores y rendimiento.

#### 4.2.2. Manejador de estados

Es cierto que *Flutter*, permite *manejar* todos los diferentes *estados* que van surgiendo en el aplicativo, como por ejemplo: *refrescar de forma dinámica una lista de objetos*; directamente en la *capa de presentación*, mediante la función *setState()*[15].

Sin embargo, para nuestra aplicación u otras soluciones de gran envergadura esta tarea puede resultar muy compleja, además de ser totalmente opuesta a la modularidad y reutilización que ofrece la arquitectura *Clean Architecture*. Por ello, se hacen necesarios patrones de diseño que actúen como *manejadores de estados*, que esté presente en la capa de *lógica* y que se encarguen de:

- Controlar todos los eventos presentes en el aplicativo para transformarlos en estados y transmitirlos a la capa de *presentación*.
- Obtener los datos sincronizados transmitidos por la capa de *datos*.

Dentro del gran abanico de librerías e implementaciones que ofrece *Flutter* se ha optado por, como se puede visualizar en la Figura 4.5, la combinación de los siguientes patrones:

- **Patrón BLoC:** empleado para centralizar los cambios de estado, recibiendo *eventos* de la capa de *presentación* y transmitir *estados* que cambien de forma dinámica los componentes de la misma.
- **Provider:** nos permitirá, como su nombre indica, proveer de funcionalidades propias de la capa de lógica, como la lógica de los BLoCs a la capa de *presentación*.

Esta combinación de patrones se incluirá en el aplicativo mediante el paquete *flutter\_bloc*. En el capítulo de *Desarrollo de la solución*, se podrá visualizar algunos ejemplos de dicha metodología en el sistema.

---

# CAPÍTULO 5

## Desarrollo de la solución

---

*El desarrollo de aplicaciones móviles resulta desafiante por la gran variedad de dispositivos móviles con diferentes sistemas operativos, características y tamaños [5]. Esta tarea la suplementa Flutter con sus widgets, permitiendo desarrollar todo tipo de vistas con un diseño adaptativo para la mayoría de dispositivos.*

### 5.1 Prototipado de pantallas

---

El diseño de la totalidad de pantallas se ha realizado siguiendo las pautas y directrices marcadas por el estándar *Material Design*. Su gran contenido de iconos, estilos y componentes se ha plasmado, gracias al paquete *material*, directamente en el aplicativo.

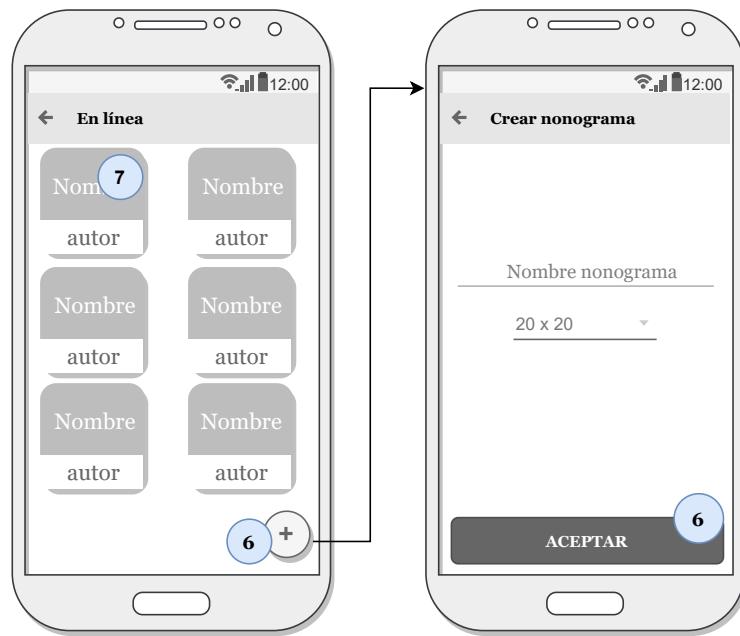
Antes del desarrollo completo de cada una de las pantallas del aplicativo se ha optado por el diseño de *MockUps*, indicando cada uno de los casos de uso y requisitos funcionales vistos en el Capítulo 3, indicados por los identificadores del 1 al 21.



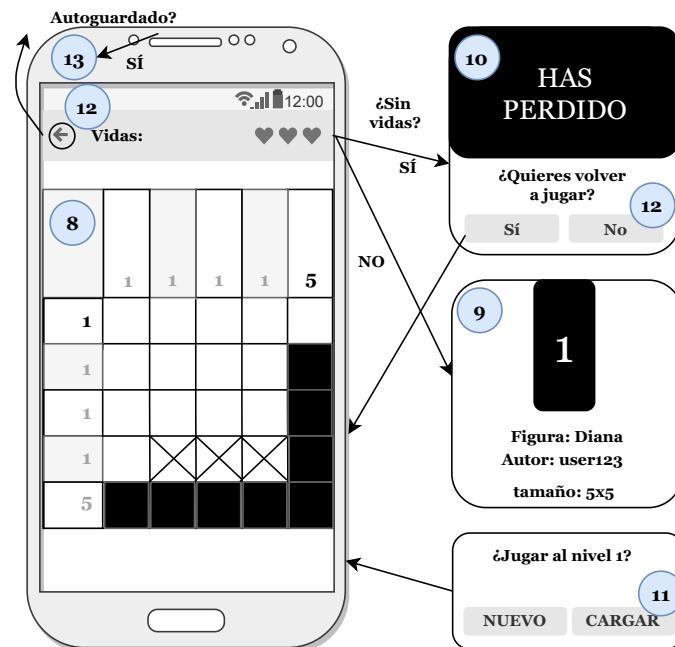
**Figura 5.1:** MockUps Pantalla de Inicio y Selector de niveles clásicos

La Pantalla de Inicio será la encargada de proveer al usuario el acceso de todos los casos de uso y requisitos funcionales disponibles.

La pantalla de Selector de niveles clásicos mostrará todos los niveles disponibles pre-determinados del sistema, muchos de ellos extraídos de los libros *Griddlers*, publicados por el noticiero británico *Sunday Telegraph*. A medida los niveles han sido superados se descubrirá el nombre de la figura que representa, Figura 5.1.



**Figura 5.2:** MockUps Pantalla de niveles online y publicación de nonogramas

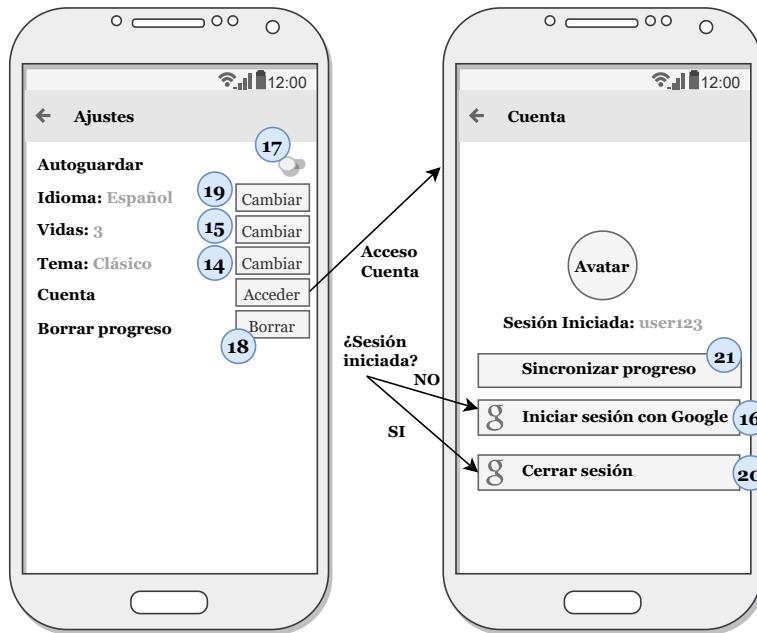


**Figura 5.3:** MockUp Pantalla de resolución de nivel

En la Figura 5.3 se puede observar el diagrama de flujo de resolución de nivel. Como se puede apreciar, la apariencia y esencia del rompecabezas es fiel al de los medios tradicionales:

- Las celdas pintadas representan las celdas que se han seleccionado (con un clic) y resultan correctas
- Aquellas celdas con *equis* son las marcadas por el usuario (con doble clic sobre ella), asegurando que no son correctas.
- Los bloques de los extremos contienen el número de celdas correctas de esa fila o columna, los cuales se van difuminado a medida que se van resolviendo por el usuario.

El jugador puede abandonar el nivel en cualquier momento guardando su progreso si la opción de autoguardado está activada. En el instante de resolverlo satisfactoriamente (con al menos una vida) se mostrarán las características del mismo, y en el caso contrario, la opción de volver a intentarlo.



**Figura 5.4:** MockUp Pantalla de ajustes y cuenta

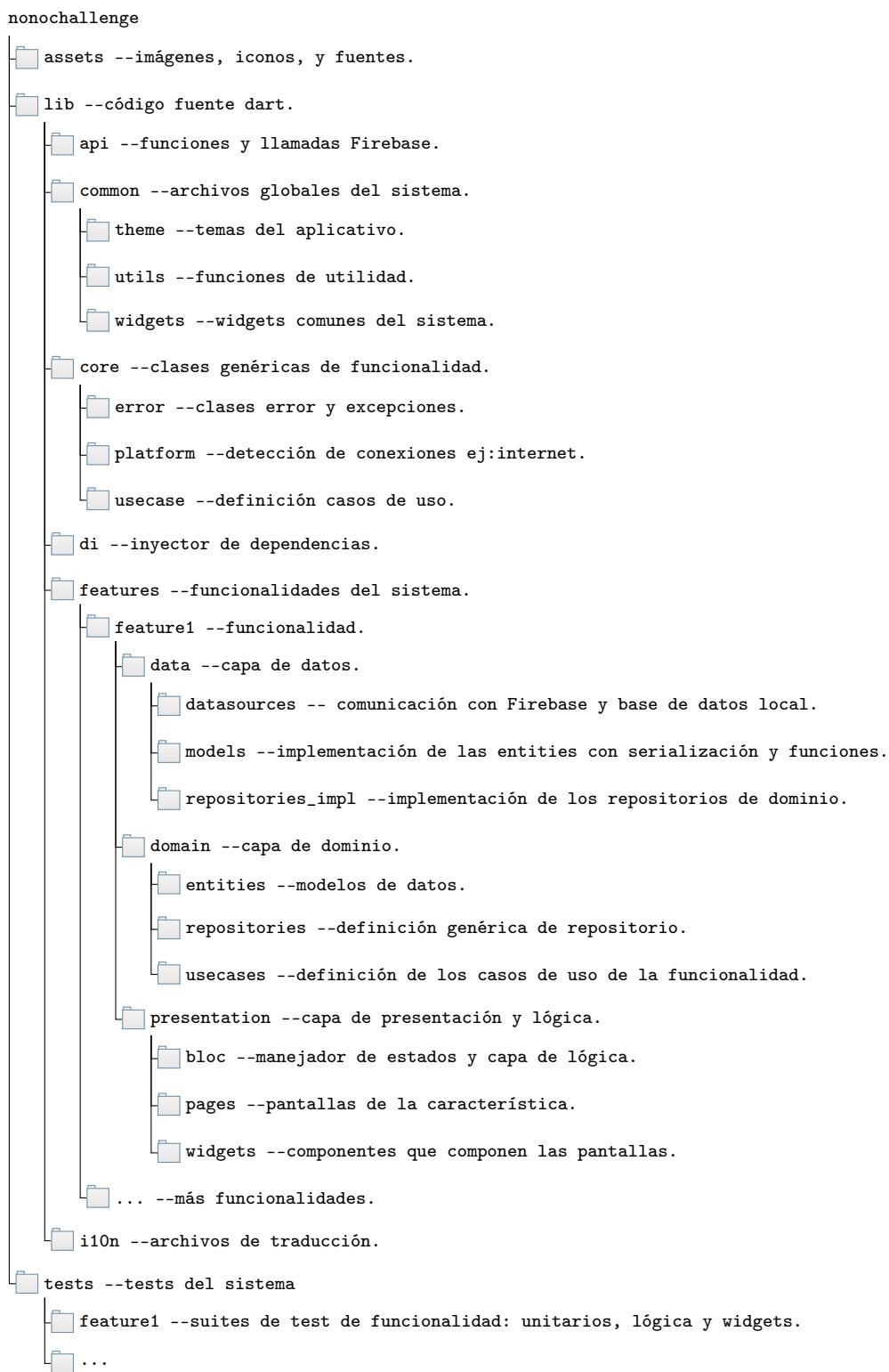
En la pantalla se pueden configurar propiedades relativas a:

- La experiencia de juego como: la posibilidad de autoguardado y el número de vidas.
- El idioma de la totalidad del sistema, por ahora para este *MVP*, entre español e inglés.
- La combinación de colores que componen el tema del aplicativo.

El usuario puede borrar el progreso de todos sus niveles jugados mediante la opción de borrar progreso; además de sincronizarlo con el *servicio en nube* desde el apartado cuenta, iniciando sesión previamente, Figura 5.4

## 5.2 Estructura del proyecto

Es importante que en un desarrollo de software se establezca una estructura propia de la arquitectura elegida, para mantener una modularidad y escalabilidad a nivel de sistema. Para ello, siguiendo las directrices del modelo *Clean Architecture* se ha definido el siguiente árbol de directorios:



**Figura 5.5:** Estructura de directorios de *nonogramchallenge*

## 5.3 Codificación del aplicativo

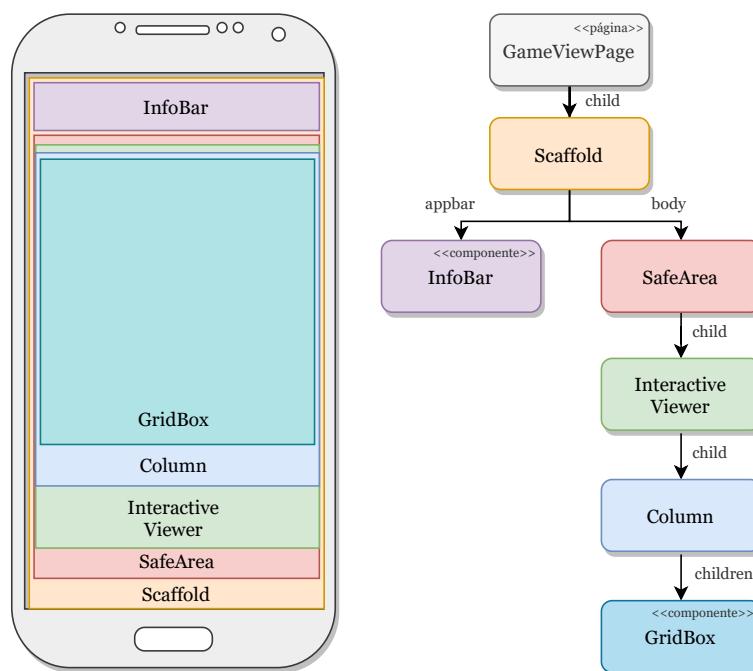
El proceso de codificación se ha realizado posteriormente a la creación de *suite de tests* de funcionalidades, siguiendo las pautas y reglas establecidas por la metodología TDD, proceso documentado en el sexto capítulo.

En el siguiente apartado se explicará el *modus operandi* de la codificación de funcionalidades, acompañado de ejemplos definido en el anexo, comenzando por la capa de presentación.

### 5.3.1. Desarrollo de la capa de presentación

La creación de cada una de las pantallas y sus componentes se ha realizado, como no podría ser de otra forma, a partir de un *árbol de widgets*. Para el desarrollo de pantallas se ha optado por usar widgets inmutables, llamados, *stateless*, en contraposición a los de tipo *stateful*, con estado mutable. [11]

Esta práctica permitirá que las vistas contengan la mínima lógica posible, pudiendo en un futuro reutilizarlas en otras funcionalidades del sistema o incluso en otras soluciones.



**Figura 5.6:** Árbol de widgets Pantalla de Resolución de nivel

En la Figura 5.6 y Anexo B.1 se puede visualizar el *árbol de widgets* de la pantalla de resolución de nivel, los cuales se “construyen” mediante el método *build()*.

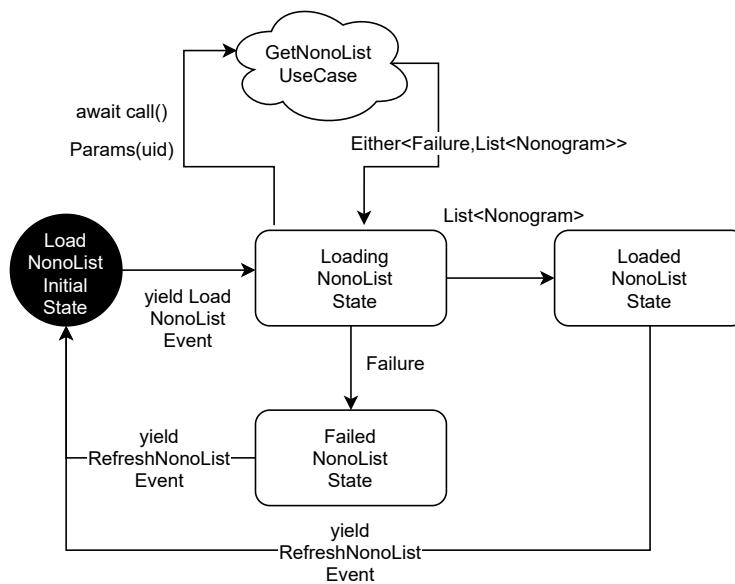
Esta vista contiene algunos widgets de interés que se han usado para mejorar la experiencia de usuario como:

- *SafeArea*: contenedor que acopla la pantalla en el caso que el dispositivo contenga elementos físicos como *notch*, *statusbar*, marcos de pantalla redondeados...
- *InteractiveViewer*: permite al usuario realizar gestos como acercar, alejar y mover el rompecabezas para casos en los que el *nonograma* es de grandes dimensiones.

### 5.3.2. Desarrollo de la capa de lógica

Para implementar la capa de lógica, se usará el paquete *flutter\_bloc*, para ello se definirán todos los posibles estados y eventos presentes en dicha funcionalidad y una clase *BLoC* que se encargue de “manejar” el flujo de cambios de estado.

A continuación, se mostrará un diagrama de flujo de estados de la funcionalidad *lista de nonogramas en línea*.



**Figura 5.7:** Diagrama de estado de la funcionalidad Lista de nonogramas en línea

Cuando el usuario accede a la sección de nonogramas en línea se manejará, por defecto, el estado inicial *LoadNonoListInitialState*, que a su vez, enviará el evento *LoadingNonoListEvent*.

En cuanto se envíe tal evento, se tramitará el estado *LoadingNonoListState*, mostrando un widget de carga.

Durante este estado de “carga” pedirá al caso de uso *GetNonoListUseCase* la lista de *nonogramas* disponible en *Firebase*. Tras esta llamada del caso de uso, nos puede devolver los siguientes tipos de objeto:

- La totalidad de *nonogramas* publicados por la comunidad disponible en *Firebase*.
- Un objeto de tipo *Failure*, indicando que no se ha podido tramitar la operación debido a por ejemplo un error de conexión o de base de datos.

En el caso de devolver la lista de *nonogramas* actualizado con éxito, se manejará el estado *LoadedNonoListState*, mostrando la lista de *rompecabezas* al usuario y en su defecto el estado *FailedNonoListState*, cargando una vista de error.

### **5.3.3. Desarrollo de la capa de dominio**

El desarrollo de la *capa de dominio* comienza con la definición de casos de uso a usar por el *BLoC*, esta implementación se realiza a partir de la clase genérica *usecase* disponible en el paquete *core*.

Como se ha podido comprobar en la *capa de dominio*, este caso de uso devuelve un objeto de tipo *Either<Failure,Type>*, indicando que puede devolver el tipo de objeto deseado, *Type*, o en caso contrario, un objeto de tipo *Failure* debido a un error ocurrido en la llamada del repositorio. Adicionalmente, este caso de uso puede recibir o no una lista de parámetros a usar por el repositorio, como por ejemplo, el *uid* del usuario.

Este aspecto, puede realizarse gracias al paquete externo *dartz*, dotando a *Dart* de aspectos y beneficios propios de los lenguajes funcionales.

Una vez definido el caso de uso se definirán las clases genéricas de *repositorios* y *entities* a usar en la *capa de datos*.

Siguiendo la funcionalidad de *Lista de nonogramas en línea* se puede mostrar la implementación de su *capa de dominio* en el Anexo.

### **5.3.4. Desarrollo de la capa de datos**

El último paso consiste en desarrollar la *capa de datos* de la funcionalidad, comenzará con la definición de los *modelos* y la *implementación de los repositorios* a partir de las clases genéricas de *entities* y *repositories* respectivamente, definidas previamente en la *capa de dominio*.

La implementación de estos *repositories* emplearán clases de tipo *datasource* que establecerán una conexión con fuentes de datos externas propias del aplicativo como: i) la base de datos local de la solución y ii) el servicio *FireStore* propio de *Firebase*.

Esta *implementación del repositorio* se encargará de devolver un objeto *Left* o *Right* propio del paquete *dartz*, dependiendo del comportamiento de los *datasources* empleados:

En la funcionalidad citada como ejemplo dichos ejemplos contendrán los siguientes tipos de objeto, tal y como se puede visualizar en el Anexo:

- El objeto *Right* contendrá la lista de nonogramas actualizado obtenido por la llamada a *Firebase* realizada por el *datasource*
- El objeto *Left* contendrá un *Failure* indicando que no se ha podido tramitar la operación debido a por ejemplo un error de conexión o de base de datos.

### **5.3.5. Inyección de dependencias**

Por último, con el fin de “localizar” cada una de las capas mencionadas y hacerlas accesibles en cada punto del aplicativo, se empleará el uso de un *Inyector de dependencias*.

Esta práctica es altamente recomendable, sobretodo, en soluciones de una extensión importante. Para ello, se definirá en el directorio *di* del sistema raíz *lib* la clase *injection\_container.dart*, tal y como se puede visualizar en el Anexo.

La definición de esta clase se realizará mediante la librería externa *Get\_It*, uno de los *localizadores de servicios* más popular. En el se crearán *factories* para “inyectar” los *BLoCs* y *singletons* para el resto de servicios (*repositories, use cases, datasources* y servicios externos como *Firebase* y *Sqflite*).

---

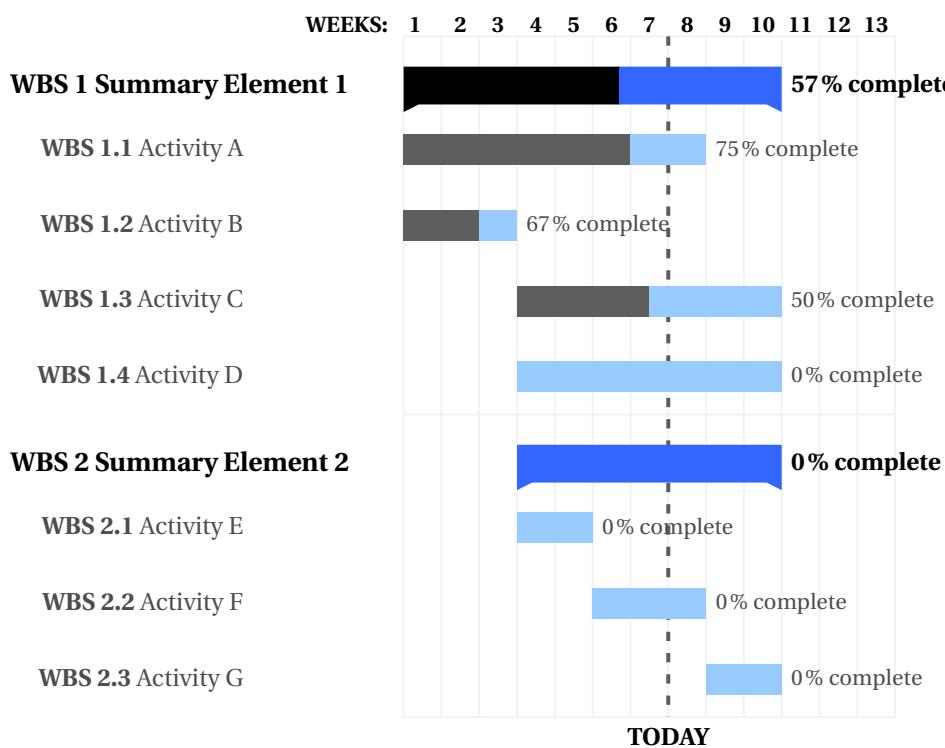
---

## APÉNDICE A

# Diagrama de Gantt del proyecto

---

En el siguiente apéndice se puede observar una evolución de las distintas fases que conforman el proyecto divididas en semanas, cada una de las fases refleja su tiempo estimado y el tiempo original desde su inicio hasta su finalización.



---

---

## APÉNDICE B

# Fragmentos de código

---

### B.1 Código de Pantalla de Resolución de Nivel

Este apartado muestra la codificación de la página de la *feature* de Resolución de nivel, (*play\_game*).

```
import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:flutter_bloc/flutter_bloc.dart';

import ' ../../../../common/theme/theme.dart';
import '../widgets/grid_box_view.dart';
import '../widgets/info_bar_view.dart';
import '../bloc/play_game_bloc.dart';

class PlayGamePage extends StatelessWidget {
  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    var gridBloc = BlocProvider.of<PlayGameBloc>(context);
    var colorSet = ThemeManager.of(context).colorSet;
    return Scaffold(
      appBar: InformationBar(
        mainColor: colorSet.primaryColor,
        sideColor: colorSet.secondaryColor,
      ),
      backgroundColor: colorSet.primaryColor,
      body: SafeArea(
        child: InteractiveViewer(
          maxScale: 3.6,
          child: Column(
            mainAxisSize: MainAxisSize.spaceEvenly,
            children: [
              GridBox(
                width: gridBloc.width,
                height: gridBloc.height,
              ),
            ],
          )));
  }
}
```



# Bibliografía

---

- [1] A. Biørn-Hansen, T.-M. Grønli, and G. Ghinea, “A survey and taxonomy of core concepts and research challenges in cross-platform mobile development,” *ACM Comput. Surv.*, vol. 51, no. 5, Nov. 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3241739>
- [2] S. Boukhary and E. Colmenares, “A clean approach to flutter development through the flutter clean architecture package,” in *2019 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, 2019, pp. 1115–1120.
- [3] A. Chakraborty, M. Baowaly, U. A Arefin, and A. N. Bahar, “The role of requirement engineering in software development life cycle,” *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, vol. 3, pp. 723–729, 2012.
- [4] J. Dalgety. (2017) Griddler puzzles and nonogram puzzles. [Online]. Available: <https://www.puzzlemuseum.com/griddler/gridhist.htm>
- [5] M. R. J. Estuar, M. De Leon, M. D. Santos, J. O. Ilagan, and B. A. May, “Validating ui through ux in the context of a mobile - web crowdsourcing disaster management application,” in *2014 International Conference on IT Convergence and Security (ICITCS)*, 2014, pp. 1–4.
- [6] E. D. Guzmán Chamorro, “Impacto de la implementación del software de gestión para la fase de análisis de requerimientos funcionales en la Cooperativa Financiera Atuntaqui,” Master’s thesis, 2018.
- [7] H. Heitkötter, T. A. Majchrzak, and H. Kuchen, “Cross-platform model-driven development of mobile applications with md2,” in *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, ser. SAC ’13. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2013, p. 526–533. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/2480362.2480464>
- [8] IEE, *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. IEEE Std 830-1998, 1998.
- [9] C. Khawas and P. Shah, “Application of firebase in android app development-a study,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 179, no. 46, pp. 49–53, 2018.
- [10] B. A. Kumar, “Layered architecture for mobile web based applications,” in *Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering*, 2014, pp. 1–6.
- [11] N. Kuzmin, K. Ignatiev, and D. Grafov, “Experience of developing a mobile application using flutter,” in *Information Science and Applications*, K. J. Kim and H.-Y. Kim, Eds. Singapore: Springer Singapore, 2020, pp. 571–575.
- [12] M. Latif, Y. Lakhrissi, E. H. Nfaoui, and N. Es-Sbai, “Review of mobile cross platform and research orientations,” in *2017 International Conference on Wireless Technologies, Embedded and Intelligent Systems (WITS)*, 2017, pp. 1–4.

- [13] W. LELER, "What's revolutionary about flutter," *Hacker Noon*, 2019. [Online]. Available: <https://hackernoon.com/whats-revolutionary-about-flutter-946915b09514>
- [14] T. Sneath. (2020) Github repo tracker. [Online]. Available: <https://github.com/timsneath/github-tracker>
- [15] F. D. Team. Adding interactivity to your flutter app. [Online]. Available: <https://flutter.dev/docs/development/ui/interactive>
- [16] K. Wiegers and J. Beatty, *Best Practises: Software requirements*. Microsoft Press, 2013.