



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

????

**Palabras clave:** ?????, ???, ????????????????

---

# Resum

????

**Paraules clau:** ????, ????????, ????, ????????????????

---

# Abstract

????

**Key words:** ?????, ?????? ?????, ????????????????

---



# Índice general

---

<b>Índice general</b>	<b>v</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>vii</b>
<hr/>	
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
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 casacada . . . . .	3
1.4 Estructura de la memoria . . . . .	4
<b>2 Estudio estratégico</b>	<b>5</b>
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>	<b>13</b>
3.1 ?? ???? ????? ? ?? ?? . . . . .	13
<b>4 Conclusiones</b>	<b>15</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>17</b>
<hr/>	
Apéndice	
<b>A Diagrama de Gantt del proyecto</b>	<b>19</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

# Índice de tablas

---

2.1	Comparativa de características entre aplicaciones de interés y su inclusión como requisito . . . . .	10
-----	--	----



---

# 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.*» 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 submundo 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 un algoritmo integrado 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

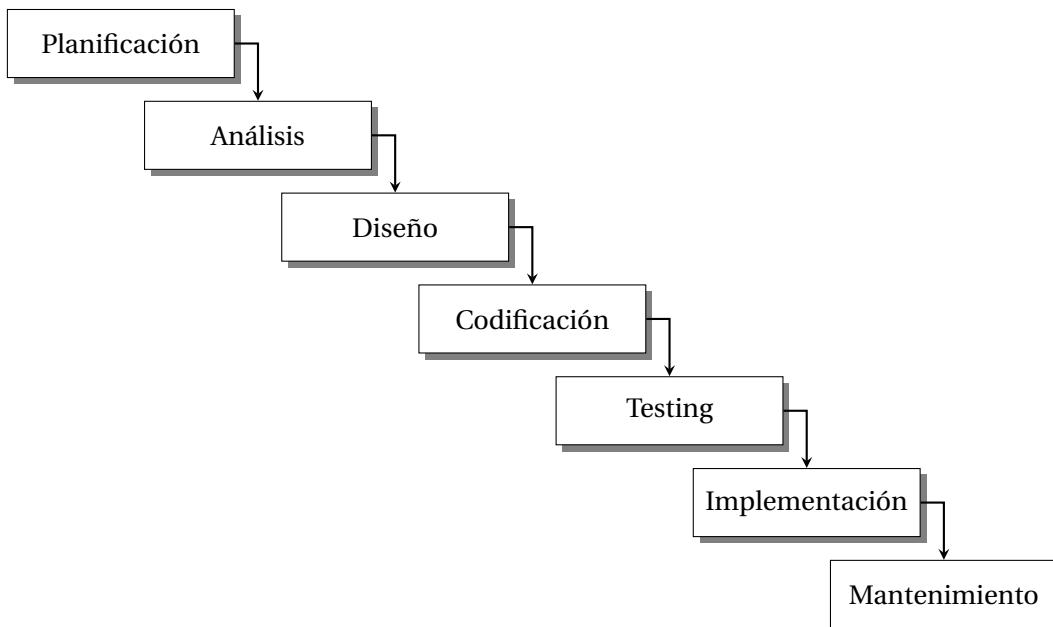
Comprender esta serie de procesos sucesivos, junto a los requisitos recién comentados, es definitorio para elegir una metodología ideal, que sirva como guía para el correcto desarrollo total del producto.

- **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 [1].
- 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. Codificación:** 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 el de Codificación del producto.

---

---

## 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

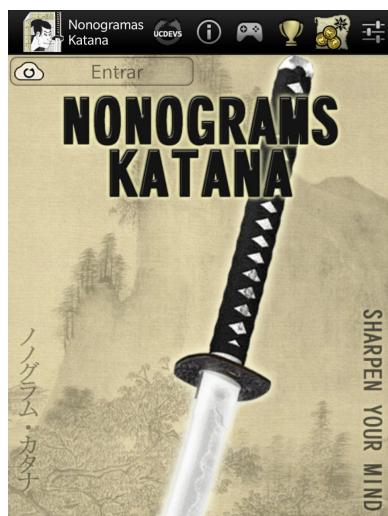
---

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.

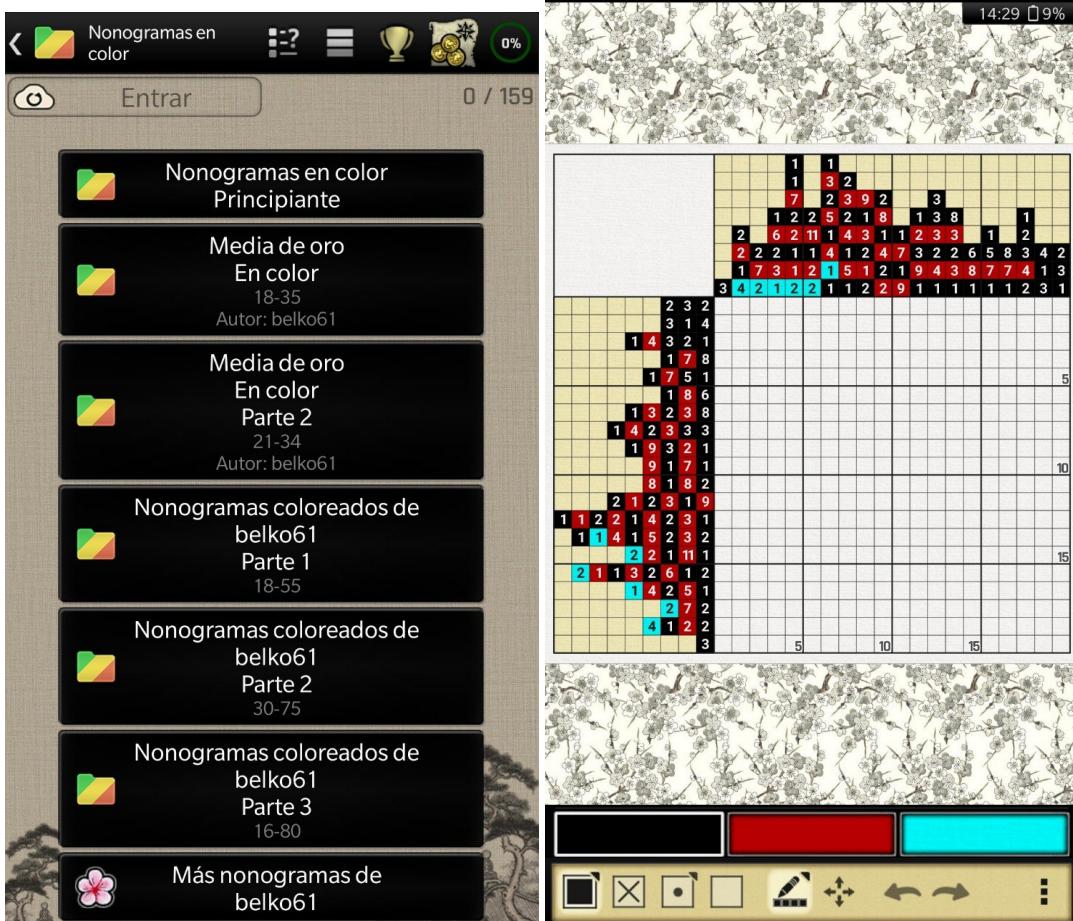
#### 2.1.1. Nonograms Katana

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.

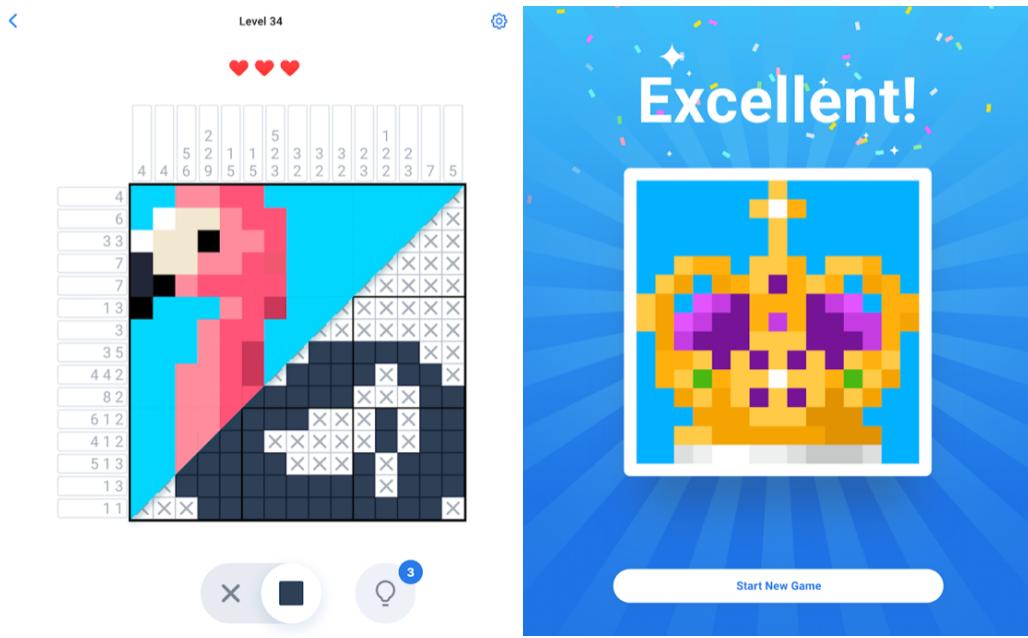


**Figura 2.3:** Modal de restricción en publicación en Nonograms Katana

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

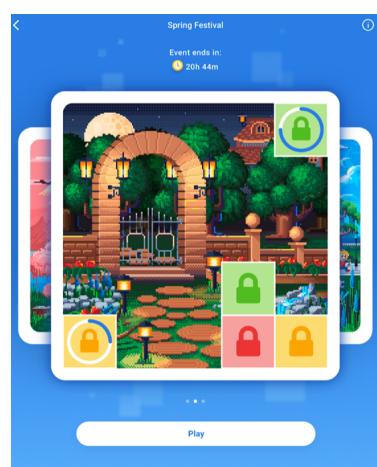
Una de las aplicaciones más descargadas dentro de la categoría puzzle con más de diez millones de descargas en la tienda *Google Play*, presenta una interfaz amigable y limpia.

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.

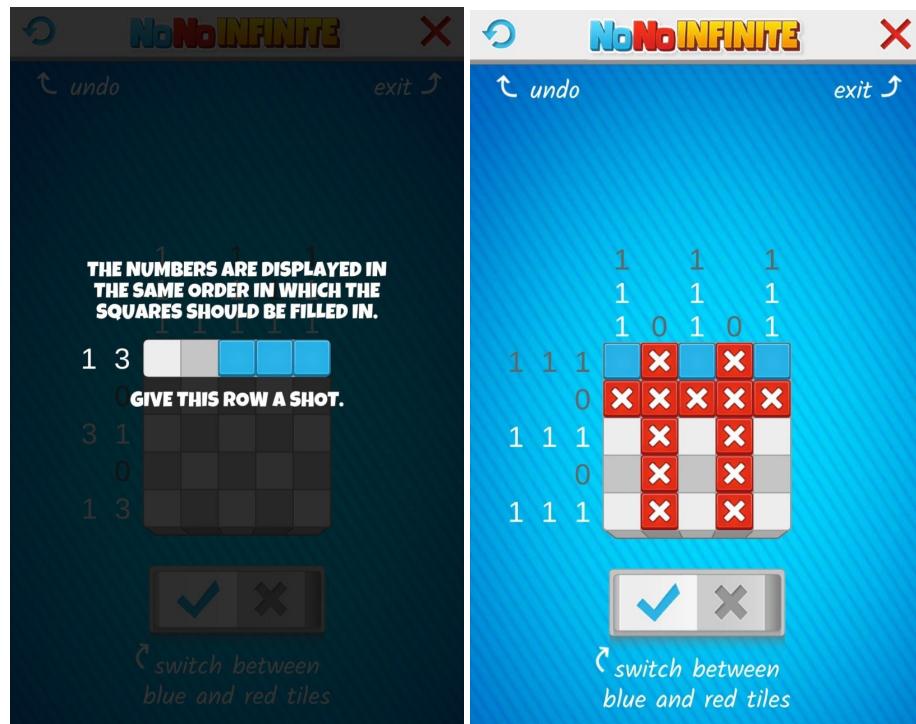


Figura 2.7: Pantallas de tutorial en Nono Infinite

#### 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*.

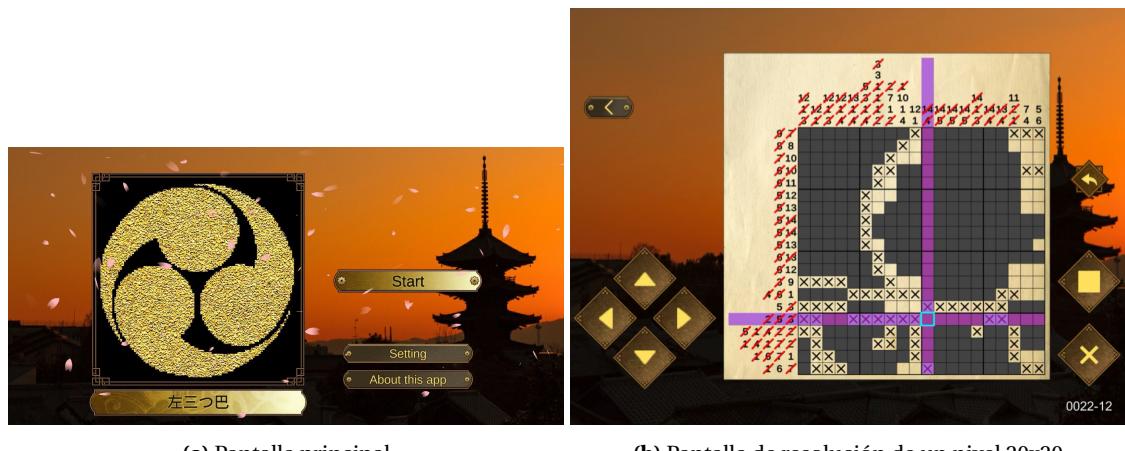


Figura 2.8: Pantallas de Family Crest

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 la 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

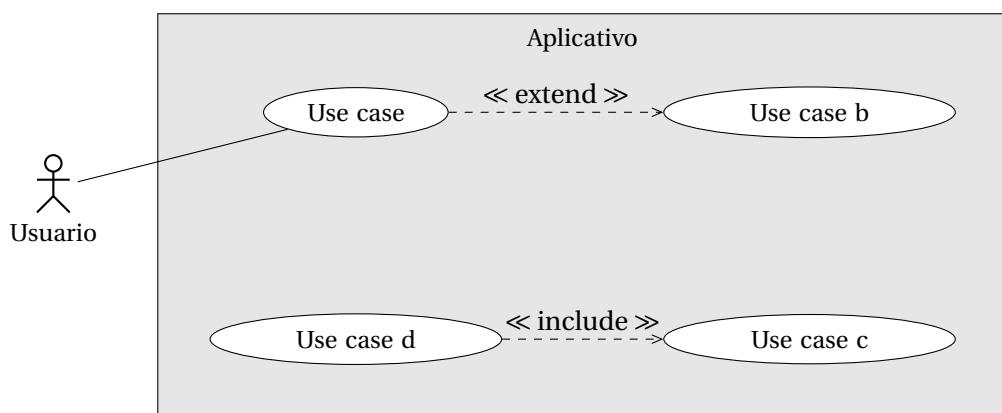
## Análisis del problema

---

*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 [2].*

### 3.1 ?? ???? ????? ? ?? ??

---





---

---

## CAPÍTULO 4

# Conclusiones

---

????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ??????????????



# Bibliografía

---

- [1] K. Wiegers and J. Beatty, *Best Practises: Software requirements*. Microsoft Press, 2013.
- [2] A. Chakraborty, M. Baowaly, U. A Arefín, 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.



---

---

## 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.

