

# TDaHpp: App para Android para detección temprana en TDAH

(Parte 2)

**María Ángeles Fuentes Expósito**

## Tutores

María Beatriz Correas Suárez

Agustín Trujillo Pino

Zaira Santana Amador

Grado en Ingeniería Informática.  
Especialización Ingeniería del Software.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.  
Escuela de Ingeniería Informática.  
Cátedra de Tecnologías Médicas.

Las Palmas de Gran Canaria, Julio de 2019.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	1/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

COLABORAN



1

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	2/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

TFT04

**SOLICITUD DE DEFENSA DE TRABAJO DE FIN DE TÍTULO**

D/D<sup>a</sup> María Ángeles Fuentes Expósito, autor del Trabajo de Fin de Título:

**TDaHpp**: App para Android para detección temprana en TDAH,

correspondiente a la titulación Grado en Ingeniería Informática  
en colaboración con la empresa/proyecto

**Catedra de Tecnologías Médicas de la ULPGC**  
y **Hospital La Paloma**

**S O L I C I T A**

que se inicie el procedimiento de defensa de este, para lo que se adjunta la documentación requerida.

Asimismo, con respecto al registro de la propiedad intelectual/industrial del TFT, declara que:

Se ha iniciado o hay intención de iniciarlo (defensa no pública).

No está previsto.

Y para que así conste firma la presente.

Las Palmas de Gran Canaria, a 26 de noviembre de 2018.

La estudiante

Fdo.: María Ángeles Fuentes Expósito

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	3/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## AGRADECIMIENTOS

A mi compañero de proyecto Yeray: por charlar conmigo, plantearme la idea de su trabajo final de carrera y permitirme formar parte en esta aventura. Por todos los cafés que cayeron durante estos años y por los que quedarán, y espero que añadamos las cervezas. Por ser, además de un perfecto compañero universitario, un gran amigo.

A la Cátedra de Tecnologías Médicas de la ULPGC por seleccionar el proyecto y a Zaira, cotutora del proyecto, que nos dedicó tiempo y la documentación ofrecida desde el minuto uno, además de mostrarnos su pasión por el campo del TDAH y aclarar muchísimos conceptos sobre el mismo.

A Beatriz, tutora de este proyecto por confiar la integración de estos videojuegos, porque sin ella el proyecto no sería lo que es, y por motivarnos a continuar en sus líneas futuras.

A Agustín, mi segundo tutor de proyecto, por haber escuchado todas mis propuestas anteriores y dedicarme el tiempo de evaluarlas juntos. Por tratarme como alumna, compañera de gremio y amiga. Por entender mis incertidumbres profesionales y aclararme que quiero ser investigadora igual que lo es él.

A todos los que entendieron que esta es mi pasión y que de alguna manera pusieron su granito de arena para hacer de mí una montaña, que sois muchos y grandiosos. A Berna por inspirarme con cada sonrisa y esperar la mía como respuesta y, por último, a mi madre: por enseñarme que somos nosotros mismos los que decidimos hacia dónde dar el siguiente paso.

*“El Hombre sólo es verdaderamente humano cuando juega.” (F.V Schiller).*

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	5/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

# ÍNDICE

Resumen .....	9
Abstract.....	10
<b>Capítulo 1 – Introducción .....</b>	<b>11</b>
1.1 – Motivación .....	11
6.4.1 – Motivación social .....	11
1.1.2 – Motivación tecnológica .....	12
1.1.3 – Motivación personal .....	12
6.4 – Conocimientos previos .....	13
6.4 – Estado actual .....	13
1.4 – Objetivos .....	14
1.5 – Justificación de las competencias.....	15
1.5.1 – Competencias comunes a la ingeniería informática .....	16
1.5.2 – Competencias de la intensificación de ingeniería del software.....	16
<b>Capítulo 2 – Trastorno por déficit de atención con/sin hiperactividad .....</b>	<b>18</b>
2.1 – Definición.....	18
2.2 – Factores .....	19
2.3 – Comorbilidades .....	20
2.4 – Tratamiento .....	20
2.5 – Uso de herramientas digitales .....	21
2.5.1 – En el diagnóstico .....	21
2.5.2 – En la intervención. Píldoras digitales .....	23
<b>Capítulo 3 – Videojuegos .....</b>	<b>25</b>
3.1 – Historia de los videojuegos .....	25
3.2 – Juegos serios o <i>serious games</i> .....	31
3.2.1 – Edutainment games y Health games .....	31
3.3 – Gamificación .....	32
<b>Capítulo 4 – Tecnologías y herramientas .....</b>	<b>33</b>
4.1 – Hardware .....	33
4.1.1 – Ordenador.....	33
4.1.2 – Dispositivo móvil .....	34
4.2 – Software .....	35
4.2.1 – Android .....	35

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	PÁGINA	6/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

4.2.3 – Unity3D.....	35
4.2.4 – Visual Studio.....	36
4.2.5 – Unity Remote 5.....	37
4.2.6 – StarUML.....	37
4.2.7 – KRITA.....	37
4.2.8 – Trello.....	37
<b>Capítulo 5 – Análisis de requisitos y diseño.....</b>	<b>39</b>
5.1 – La entrevista.....	39
5.2 – Historias de usuario.....	39
5.3 – Diagrama de flujo.....	42
5.3.1 – Diagrama de Flujo de datos entrada y salida.....	42
5.4 – Casos de uso.....	45
5.5 – Diagrama de Clases.....	46
5.6 – Características de los juegos.....	47
5.6 – Diagrama de flujo de las pantallas del juego.....	48
<b>Capítulo 6 – Desarrollo e implementación.....</b>	<b>49</b>
6.1 – UNITY 3D Espacio de Trabajo.....	49
6.2 – Ciclo o <i>Loop</i> del juego.....	50
6.3 – Generalidades de los juegos.....	51
6.4 – Comunicación entre scripts.....	51
6.4 – Configuración de los juegos usando CSV.....	52
6.5 – Compilar en plataforma android.....	53
6.6 – Comunicación con la aplicación externa.....	54
6.7 – Puntuaciones en formato JSON.....	54
6.8 – Diseño, sonido y efectos.....	54
6.9 – Iteraciones.....	55
6.9.1 – Test D2: Primeras iteraciones.....	55
6.9.2 – Test D2: Segunda iteración.....	57
6.9.3 – Test Stroop: Primer versión.....	57
6.9.3 – Test Stroop: segunda iteración.....	58
6.9.4 – Test Siluetas: Primera iteración.....	58
6.9.5 – WakaMole: iteración.....	59
<b>Capítulo 7 – Conclusiones y líneas futuras.....</b>	<b>60</b>
7.1. Conclusiones.....	60
7.2. Líneas futuras.....	61

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	7/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

<b>Bibliografía</b> .....	62
<b>Anexo</b> .....	65
Manual de usuario .....	65

## Índice de Figuras

Figura 1 Logo Nesplora.....	21
Figura 2 Nesplora: realidad virtual.....	22
Figura 3 Logo Díde .....	22
Figura 4 Díde. Ejemplo de la herramienta.....	23
Figura 5 Logo Sincrolab .....	23
Figura 6 Sincrolab. Ejemplo de juegos.....	24
Figura 7 Logo Aikili .....	24
Figura 8 Aikili. Ejemplo.....	24
Figura 9 Precedente videojuegos. El ajedrecista .....	25
Figura 10 Tennis for Two.....	26
Figura 11 SpaceWar!.....	27
Figura 12 Defender of the Crown.....	29
Figura 13 Crash Bandicoot.....	30
Figura 14 Saga Pipo.....	31
Figura 15 . 4 keys 2 fun .....	32
Figura 16 Erazer x6601 .....	33
Figura 17 Xiaomi MI6.....	34
Figura 18. Logo Android.....	35
Figura 19. Logo Unity3D .....	35
Figura 20. Opciones multiplataforma en Unity .....	36
Figura 21. Logo Visual Studio .....	36
Figura 22. Logo StarUML.....	37
Figura 23. Logo Krita .....	37
Figura 24. Ejemplo Trello usado en el proyecto .....	38
Figura 25. Diagrama de flujo de datos entrada y salida. ....	44
Figura 26. Diagrama casos de uso.....	45
Figura 27. Diagrama de clases.....	47
Figura 28. Diagrama de flujo pantallas .....	48
Figura 29. Creación <i>Script</i> en Unity.....	50
Figura 30. Anatomía <i>Script</i> en Unity .....	50
Figura 31. Automata finito. Loop del juego .....	51
Figura 32. Código iniciacion GameLoop .....	51
Figura 33. Algunos prefabs en Unity.....	52
Figura 34. Trozo de código declaracion de evento y delegado .....	52
Figura 35. Trozo de código Envío de un evento.....	52
Figura 36. Trozo de código Suscripción al evento .....	53
Figura 37. Parte de fichero CSV de configuracion del TestD2 .....	53
Figura 38. Trozo de código de la lectura del fichero CSV .....	54

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	8/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

Figura 39. Opción compilación de Unity3D .....	54
Figura 40. Primeras versiones descartadas del juego D2 .....	56
Figura 41. Captura Juego D2.....	57
Figura 42. Captura Juego Stroop descartado .....	57
Figura 43. Captura Juego Stroop .....	58
Figura 44. Captura Juego Siluetas .....	58
Figura 45. Captura Juego WakaMole.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones ordenador .....	33
Tabla 2. Especificaciones dispositivo móvil .....	34
Tabla 3: HU – 01. Seleccionar juego.....	40
Tabla 4: HU – 02. Visualizar información. ....	40
Tabla 5: HU – 03. Salir del menú de juegos.....	41
Tabla 6: HU – 04. Tutorial de cada juego. ....	41
Tabla 7: HU – 05. Pasar de nivel.....	41
Tabla 8: HU – 06. Trazabilidad del usuario. ....	42
Tabla 9: HU – 07. Puntuaciones del jugador.....	42

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	9/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## RESUMEN

---

El Trabajo Fin de Grado, apoyado por la Cátedra de Tecnologías Médicas de la ULPGC en el ámbito de proyecto I+D+i, consiste en la digitalización de pruebas específicas utilizadas en el diagnóstico del **Trastorno por Déficit de Atención con o sin Hiperactividad (TDAH)** en niños, adolescentes y adultos. La digitalización se realiza mediante videojuegos para dispositivos móviles, que servirá como complemento en la evaluación de detección, facilitando tareas de recogida, medición y almacenamiento de datos que se mostrarán en una aplicación desarrollada por **TdaHpp**: App para Android para detección temprana en TDAH (parte 1)

Se realizará un resumen acerca de la naturaleza y consecuencias del TDAH. Se estudiará el estado del arte de los videojuegos, centrándonos en los juegos serios y concluimos con la solución alcanzada y futuras líneas de desarrollo.

### PALABRAS CLAVE

Trastorno por Déficit de Atención con o sin Hiperactividad, TDAH, Juego serio, Test, Clínico, Videojuego, Prediagnóstico, Dispositivo móvil, Digitalización, Automatización.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	10/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

# ABSTRACT

---

This Final Project, supported by the “Cátedra de Tecnologías Médicas” of the ULPGC in the field of the R + D + I project, consists of the digitization of specific tests used for the previous diagnosis of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) in children, teenagers and adults. The digitization is done through video games for mobile devices, which will complement the evaluation prior to diagnosis, facilitating the tasks of data collection, measurement and storage.

First, a study will be conducted on the nature, the nature and diagnostic process that is followed in the Autonomous Community of the Canary Islands and treatment of ADHD nowadays. Afterwards, a research of the videogames state of the art will be made, focused on serious games (serious games).

Finally, the final solution and future guidelines will be explained in depth.

## KEYWORDS

Attention Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD, Serious Game, Test, Clinical, Video Game, Prediagnosics, Mobile Device, Digitalization, Automation.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA 11/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

# CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN

Este capítulo pretende servir como introducción al Trabajo Fin de Grado desarrollado. Para ello se procede a describir cuál fue la motivación inicial por la que se eligió este proyecto, los conocimientos previos de los que se disponía, el punto de partida y qué metas pudieron alcanzarse.

## 1.1 – MOTIVACIÓN

Si queremos entender por qué elegí este proyecto TFG, es importante destacar cuáles fueron las motivaciones iniciales, para que sea más sencillo de expresar, dividiré el contenido en tres partes.

### 6.4.1 – MOTIVACIÓN SOCIAL

Mi motivación principal es de carácter social; se trata de dar alcance a todos los niños posibles, por esto queremos que nuestra herramienta sea utilizada en colegios, haciéndola un aula itinerante de prediagnóstico y disminuyendo la brecha digital socioeconómica, inicialmente en el archipiélago canario.

El Trastorno de Déficit de Atención con/sin Hiperactividad (TDAH) hasta hace poco no ha sido estudiado en profundidad, o se ha clasificado como una patología menor, propiciando problemas de conducta en los individuos que lo sufren al no ser diagnosticados. Esto hace que muchos niños pierdan oportunidades en su desarrollo social, cognitivo y educativo, derivando en muchos casos a personas que son socialmente excluidas, en menor o mayor medida.

Desarrollar y proponer una herramienta que pueda ayudar a solventar los problemas mencionados anteriormente, es una de las inquietudes que se manifiestan, y se inculcan, en los estudios de grado, especialmente en Informática Social, una asignatura de la carrera. Por lo que llegar a este punto y escoger un proyecto dedicado a la sociedad es una motivación inculcada y aprendida en muchos estudiantes de carreras técnicas; debemos tener siempre una mirada puesta en las personas.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA 12/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

### 1.1.2 – MOTIVACIÓN TECNOLÓGICA

Tenía claro que quería desarrollar una herramienta, y que ésta tendría que ver con los videojuegos y, en concreto, juegos serios o *serious games*. Sé que, si pretendo acercarme a los niños, lo más sencillo es a través de un videojuego, eso es algo que la experiencia me ha demostrado, y que muchos profesionales defienden. La educación en juegos diseñados para el aprendizaje no es algo nuevo, pero no ha llegado aún a estandarizarse. Como futura profesional pretendo ofrecer mis conocimientos técnicos para mejorar la inclusión social y luchar contra brechas digitales y tecnológicas, problemas derivados de la tecnología e intrínsecos al siglo XXI.

Integrar y establecer la comunicación entre una aplicación desarrollada usando un motor de videojuegos y otra aplicación generada utilizando un *framework* específico para dispositivos móviles, es un proceso innovador poco estudiado, que quería aprender.

### 1.1.3 – MOTIVACIÓN PERSONAL

Llegar a formar parte de este proyecto ocurrió casualmente. Durante los dos años previos, dediqué tiempo a buscar problemas en ciertos entornos y posibles desarrollos tecnológicos que pudieran ser mi Proyecto Final de Grado (TFG), teniendo cinco propuestas diferentes, pero que no terminaban de convencerme a nivel personal.

Antes de empezar la universidad, soñaba con realizar un TFG en conjunto, es decir, con otro compañero, y que las partes unidas fueran algo mucho más grande, que además sirviera como recurso inclusivo. Por tanto, verme involucrada en esta propuesta, ha sido algo que me ha motivado desde el minuto uno.

Es una idea que cumple mis expectativas, y además me da la oportunidad de cumplir aquel deseo preuniversitario.

Como futura ingeniera y por mis experiencias, tengo muchísimas inquietudes socio-tecnológicas, creo fuertemente que cada individuo es único y que todos deben tener las mismas oportunidades, que todos podemos ser capaces de superarnos y cumplir nuestras metas. Por esto, las motivaciones de los subapartados anteriores se convierten en mi motivación personal.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	13/71

  
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## 6.4– CONOCIMIENTOS PREVIOS

Previo a este desarrollo, en el ámbito de TDAH no tenía un conocimiento sólido, ni casos cercanos diagnosticados. Por lo que nos sumergimos en un campo neurocientífico que no compete a nuestros estudios de carrera, pero que puede ser ligado a la informática. A nivel personal, mi interés por la neurociencia y la pasión por la informática derivarán mis estudios futuros hacia el campo de la medicina y la tecnología. En tanto, hay que decir que, el estudio de campo realizado ha servido como semilla plantada para continuar mi carrera profesional.

Estos últimos años he participado activamente en encuentros interuniversitarios que reúnen a jóvenes que, en 24 horas, tratan de dar soluciones tecnológicas a retos sociales planteados por ONG, Fundaciones e Instituciones, obteniendo el Tercer Premio Cátedra “TelefónicaHackForGood” por el proyecto “Guaguas4everyone” y el Premio “Social City LPA” por el Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria.

En el ámbito de los videojuegos, he realizado videojuegos desde 2015, participando en eventos LudumDare / IslandJam / AudioJam. Este año, junto al desarrollo de este proyecto, finalicé el estudio de postgrado de diseño y programación de Videojuegos de la ULPGC, teniendo ya expectativas de desarrollar juegos educativos, por lo que el motor de desarrollo de videojuegos ya es conocido para mí.

Sobre videojuegos educativos sí que ha sido algo tremendamente novedoso, por lo que he dedicado tiempo a lecturas de libros como: “HomoLudens”, “Uncertainty in Games” y podcast sobre gamificación realizados por profesionales del sector.

## 6.4– ESTADO ACTUAL

El diagnóstico del TDAH se realiza actualmente a los 12 años, a pesar de que se sigue diagnosticando a los 6-7 años, siendo indispensable que se realicen test y pruebas de conducta en los colegios. Por lo que la Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa del Gobierno de Canarias, lanza el Programa para la atención educativa del alumnado con TDAH con orientaciones para el profesorado.

Conseguir el diagnóstico de un niño con TDAH es un proceso que se suele alargar hasta que las capacidades organizativas del niño y su rendimiento académico se ve cada vez más mermado. Además, suele ser la familia o el profesorado el que da la voz de alarma ante la detección de síntomas relacionados con el TDAH.

Cuando empieza el diagnóstico, la familia y el grupo de profesores realizan cuestionarios como el EDAH (Evaluación del trastorno para el déficit de Atención e Hiperactividad); EMTDAH, el CONNERS y el cuestionario específico basado en el DSMIV. Posteriormente, el niño realiza varias pruebas clínicas y de evaluación cognitiva, como la prueba específica de atención el Test D2, pruebas para evaluar las funciones

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	14/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

ejecutivas como STROOP (control inhibitorio) y otras para evaluar la capacidad cognitiva. Todas se realizan en la consulta clínica o psicopedagógica y en papel. El profesional psicopedagogo tiene que corregir estas pruebas y obtener el conjunto de resultados, empleando mucho tiempo en la corrección e interpretación de los resultados y en la elaboración del informe final.

Existen herramientas tecnológicas que sirven de apoyo en el prediagnóstico y detección del TDAH, agilizando el trámite citado anteriormente.

Aunque la mayoría de los videojuegos, y los de mayor éxito, se dedican al entretenimiento sin tener interés en otro fin constructivo, nos hemos convencido de que cualquier expresión audiovisual o medio digital (donde entran los videojuegos y aplicaciones digitales) es parte de nuestra cultura y formará, por tanto, parte de la educación de las personas. A esto, se suma el desarrollo tecnológico, donde emergen herramientas que dan apoyo al progreso social y educativo. Y cada vez son más las aplicaciones o videojuegos educativos o *serious games* en el mercado.

En cuanto a los videojuegos destinados al TDAH, los continuos avances en el campo la Realidad Virtual o la Realidad Aumentada propician que cada vez haya más proyectos e investigaciones sobre esta. Estos desarrollos pretenden complementar al post diagnóstico y tratamiento convirtiéndose en “píldoras digitales”. Explicaremos en el siguiente capítulo el estado actual de estas herramientas más concretamente.

Los terapeutas son los profesionales encargados de realizar las tareas de diagnóstico en los pacientes, pero se desarrollan herramientas que sirven a estos profesionales en la detección precoz y el prediagnóstico.

## 1.4 – OBJETIVOS

El objetivo principal del presente Trabajo Fin de Grado es desarrollar una herramienta para la detección temprana en TDAH e innovar en el diagnóstico del TDAH mediante el uso de la tecnología, automatizando las pruebas específicas utilizadas para el diagnóstico del TDAH, haciendo uso de los videojuegos e incluyendo la herramienta como Aula Itinerante en colegios y centros educativos. Se extraerán los resultados de las diferentes tareas realizadas por un usuario, pudiendo: facilitar los datos sirviendo como complemento al diagnóstico para los profesionales, acercar herramientas diagnósticas del TDAH al profesorado/tutor, ya que es uno de los principales agentes de la acción tutorial que se realiza con el alumnado, como para el profesional del equipo de orientación del centro educativo, o en la clínica en el ámbito privado.

Dichos videojuegos deben recabar los resultados de cada prueba que realiza un usuario y enviarlos a otra aplicación que obtiene y maneja los datos, sirviendo de herramienta e interfaz para el usuario, realizada por otro alumno en su Trabajo Final de Grado.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	15/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

En este documento no se entrará en profundidad acerca del desarrollo ni el funcionamiento de la aplicación realizada por mi compañero, puesto que queda fuera del alcance de esta memoria.

En definitiva, son dos aplicaciones que no comparten lenguaje de programación, pero que pueden trabajar conjuntamente, todo esto sin que repercuta en la experiencia del usuario.

#### RESUMEN DE OBJETIVOS

- ✓ Desarrollo de herramientas tecnológicas para la detección temprana de discapacidades sociales.
- ✓ Llevar la aplicación a los centros escolares, convirtiéndose en un Aula Itinerante.
- ✓ Digitalizar las pruebas como minijuegos no invasivos en una aplicación portable podría solventar problemas de alcance; los niños podrán realizarlas en el colegio (u otro entorno).
- ✓ Desarrollar una herramienta digital.
- ✓ Facilitar un diagnóstico inicial de los niños con posible TDAH.
- ✓ Ofrecer herramienta digital al profesorado/tutor, principales agentes de la acción tutorial.
- ✓ Los psicopedagogos obtendrían los resultados mucho más rápido y de forma automatizada.
- ✓ Tener participación proactiva en la sociedad.
- ✓ Integrar dos sistemas (aplicaciones) totalmente diferentes que se complementan simulando ser una sola aplicación.

### 1.5 – JUSTIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

Se detallan a continuación las competencias de ingeniería que este proyecto cubre, se ha dividido en dos apartados, uno de competencias comunes a la ingeniería informática y otro de competencias específicas de la intensificación de ingeniería software, siendo ésta mi especialización.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	16/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

### 1.5.1 – COMPETENCIAS COMUNES A LA INGENIERÍA INFORMÁTICA

CII01: Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.

El módulo desarrollado está diseñado cumpliendo la normativa y legislación vigente, por lo que no accedemos a datos internos del dispositivo móvil en el que se instala el dispositivo ni recogemos información confidencial ni personal. Además, el sistema no escribe puntuaciones ni valores estadísticos en el dispositivo.

CII016: Conocimiento y aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de la ingeniería de software

Se han aplicado técnicas de desarrollo ágil a lo largo del proyecto, por lo que tenemos un prototipo vivo, fácil de mantener y evolucionar. El código se ha escrito siguiendo pautas y reglas de Código Limpio, y respetando en la medida de lo posible los principios S.O.L.I.D. Se ha utilizado el inglés como lengua de desarrollo, para permitir la globalización del código.

### 1.5.2 – COMPETENCIAS DE LA INTENSIFICACIÓN DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE

IS02: Capacidad para valorar las necesidades del cliente y especificar los requisitos software para satisfacer estas necesidades, reconciliando objetivos en conflicto mediante la búsqueda de compromisos aceptables dentro de las limitaciones derivadas del coste, del tiempo, de la existencia de sistemas ya desarrollados y de las propias organizaciones.

El proyecto se planteaba como una primera versión mucho más ambiciosa, pero nos hemos ajustado a un desarrollo más concreto de automatización de pruebas. Incluso, se requería en un principio el desarrollo de una página web, que entraba en conflicto con el tiempo necesario para este primer entregable.

IS04: Capacidad de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar, implementar, verificar y documentar soluciones software sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales.

A lo largo de este proyecto se realizaron los procesos de identificación del problema: ayuda a la detección temprana en TDAH; análisis: conocer cómo se realiza un

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	17/71

  
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

diagnóstico en todas sus fases; diseño del software: utilizando herramientas como StarUML y metodologías ágiles; implementar: programación en C# de los videojuegos diseñados; verificar: este proceso no pudo realizarse como teníamos pensado por falta de tiempo y circunstancias ajenas (coincidencia con el fin de curso académico), por lo que ha sido probado por compañeros y personas ajenas al proyecto, pero no por alumnos de centros de educación primaria, tal como se planteó desde sus inicio; documentación: manual de usuario con lo imprescindible para el usuario.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
 Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	18/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

## CAPÍTULO 2 – TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN CON/SIN HIPERACTIVIDAD

Para entender la importancia de este proyecto, quiero explicar qué es el TDAH y cómo afecta a la vida del paciente. Desde cuáles son los factores para ser diagnosticado, hasta las repercusiones que tendría si el paciente no está sujeto a un tratamiento. Explicaremos cómo es el proceso y la evolución para introducir el concepto de “píldoras digitales”, en concreto el tratamiento haciendo uso de videojuegos.

### 2.1 – DEFINICIÓN

Según los actuales manuales diagnósticos, el TDAH se considera un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por un nivel de impulsividad, actividad y atención no adecuados a la edad de desarrollo, que deriva en dificultades para regular su comportamiento y ajustarse a las normas esperadas para su edad y, como consecuencia, presentan dificultades de adaptación en su entorno familiar, escolar y en las relaciones con sus iguales. A menudo rinden por debajo de sus capacidades y pueden presentar trastornos emocionales y del comportamiento (APA, 2013). El TDAH se diagnostica basándose en los síntomas de falta de atención, hiperactividad con o sin impulsividad que debe ocurrir por lo menos seis meses, en al menos dos dominios de la vida (dos campos diferentes como el rendimiento social, laboral o educativo del paciente), y que comenzará a ser observado antes de la edad de 7 años (American Psychiatric Association, 2000).

Con el paso del tiempo se ha incrementado el porcentaje de personas que padecen este cuadro. Hace años se estimaba prevalencia del TDAH en el 4% - 6%, los últimos estudios dan cifras que rondan el 20%. Se estima que en Canarias hay un 4.9% de niños que sufren TDAH, lo que equivale a uno o dos niños por aula. Pero no se trata de que haya más o menos niños con TDAH sino de factores como el acceso al sistema sanitario, criterios diagnósticos que se apliquen y las pautas culturales de los padres y profesores.

Este trastorno fue considerado hasta hace poco como una “patología menor”, con un argumento emitido por muchos (con escasos conocimientos sobre la repercusión de este trastorno), por lo que hubo un desinterés total por su estudio, muy inferior al de su auténtica importancia.

El TDAH es uno de los trastornos más importantes en el área de la Psiquiatría Infanto-Juvenil y es posiblemente, la patología más estudiada. En principio, se sabe que su aparición está vinculada a una producción insuficiente de los neurotransmisores dopamina y noradrenalina.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	19/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

Siguiendo a Santana (2016), los neurotransmisores son sustancias químicas que se encargan de la comunicación entre las neuronas. El déficit de estas sustancias genera problemas en varias zonas del cerebro: el córtex prefrontal, el cuerpo caloso y los ganglios basales.

El trastorno provoca hiperactividad, impulsividad y déficit de atención, combinados o como triada, no se manifiestan igual en todos los pacientes ya que existen los síntomas en diferentes grados de gravedad. Muchos comportamientos son normales en la mayoría de los niños, pero, en los niños sin TDAH los síntomas disminuyen cuando pasan de infantil a primaria.

Las conductas clave son:

- Más intensos de lo que se espera.
- Se manifiestan en más de un lugar (colegio, casa, etc.).
- Suelen prolongarse por más de seis meses.

## 2.2 – FACTORES

Diversos factores influyen en el individuo con TDAH, es importante destacar que ningún factor por si solo explica la etiología de este trastorno. Los síntomas pueden ser diferentes para cada paciente, teniendo distintas combinaciones o apareciendo como triada. (Santana, 2016)

Como es bien sabido en el TDAH es importante la corteza prefrontal, así como la recepción y acción de neurotransmisores como la dopamina, serotonina y noradrenalina.

Así, frente a especulaciones y mitos todavía vigentes, corresponde mostrar que los conocimientos actuales procedentes de estudios neuropsicológicos, neuroquímicos, de neuroimagen dan al TDAH una sólida naturaleza neurobiológica (Santana, 2016)

Centrándonos en los neurotransmisores, los síntomas que se manifiestan según los neurotransmisores son:

- Cuando la serotonina es alta está relacionado con el desinterés o la hipersomnia, pero cuando es baja se relaciona con la impulsividad, adicciones y el insomnio.
- Refiriéndonos a la dopamina, cuando es alta nos encontramos con personas muy concentradas en un solo punto, autismo, delirios (o síntomas Seudo – psicóticos), en cambio cuando la dopamina es baja nos encontramos con distracción o el TDAH en niños.
- Por último, cuando la noradrenalina es alta nos encontramos con hostilidad, irritabilidad, peligrosidad, mientras que cuando la noradrenalina es baja aparecen problemas con la inhibición

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	20/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## 2.3 – COMORBILIDADES

El término comorbilidad hace referencia a la presentación en un mismo individuo de dos o más enfermedades o trastornos distintos. Un estudio realizado en Suecia por el grupo de Kadesjo y Gillberg (2001), mostró que el 87% de niños que cumplían todos los criterios de TDAH tenían, por lo menos, un diagnóstico comórbido, y que el 67% cumplían los criterios para, por lo menos, dos trastornos comórbidos (Santana, 2016). Algunos estudios muestran que el TDAH aumenta el riesgo de trastornos de personalidad y si no se trata, puede complementarse con otros trastornos, como las funciones pobres escolares, conflictos familiares, autolesiones, comportamiento antisocial, inclinaciones de accidentes (Zivkovic, Zivanovic, Zivkovic, Milojkovic, Djordjevic, 2012).

## 2.4 – TRATAMIENTO

El tratamiento multimodal también llamado combinado, es el que ofrece mejores resultados, pretende disminuir los síntomas al mismo tiempo que se reducen las complicaciones derivadas y el impacto negativo que puede tener la vida del paciente y su entorno.

Supone la inclusión de padres, familia, profesores, médicos, psicólogos y psicopedagogos, coordinando tratamientos farmacológicos que estimulan la dopamina en varias partes del cerebro implicadas en la atención, fármacos no anfetamínicos que aumentan la noradrenalina regulando la atención, impulsividad y actividad, psicológicos y psicopedagógicos, como entrenamientos cognitivos-conductuales y psicoeducativos.

Como el trastorno es diferente en cada paciente, hablamos de un tratamiento individualizado, no estándar, se adapta a las necesidades de cada uno. Se valora la intensidad de los síntomas, el contexto familiar y social y si existen otras comorbilidades asociadas.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA 21/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## 2.5 – USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES

### 2.5.1 – EN EL DIAGNÓSTICO

Actualmente muchos profesionales, tanto en España como en el resto de Europa y algunos países de América Latina, están revolucionando sus métodos de diagnóstico del TDAH utilizando nuevos recursos y herramientas tecnológicas, como Nesplora y Dide, que dan soporte al diagnóstico de problemas cognitivos y de aprendizaje (Santana, 2016).

#### 2.5.1.1 – NESPLORA

El proyecto VRMind de Nesplora, utiliza la inmersión que ofrece la Realidad Virtual dando la posibilidad de poner al niño en un entorno más específico y habitual. Nesplora pretende desarrollar aplicaciones de realidad virtual que ayuden en el diagnóstico de las dificultades ejecutivas y cognitivas.



Es el único sistema con evidencia clínicamente probada de diagnóstico de problemas cognitivos que combina neurociencia con realidad virtual. Ofrece un entorno de realidad virtual totalmente inmersiva, donde el paciente se encuentra sentado en un entorno que pueda reconocer, como un aula, o un acuario en la versión para adultos, y empieza a recibir una serie de interacciones con el entorno virtual. Se trata de aparición de distractores y pruebas concretas que miden parámetros importantes en el proceso de diagnóstico y se procesan las evaluaciones de cada usuario generando informes e interpretación de los resultados al acabar un test. Una de las principales aportaciones es la ayuda en el ahorro de tiempo al profesional con estos informes de resultados que se emiten automáticamente al finalizar el diagnóstico.

Utiliza tecnología Samsung Gear VR, con un mando que cuenta las pulsaciones, auriculares para proporcionar la inmersión en la prueba y el dispositivo móvil Samsung que evalúa parámetros de movimiento con sus sensores (giroscopio, acelerómetro). Se presenta un entorno 3D realista como podrá observar en la figura.

Además, se complementa con una aplicación para ordenador donde el profesional tiene acceso en tiempo real a los informes estadísticos de cada uno de sus pacientes.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	22/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==



FIGURA 2 NESPLORA: REALIDAD VIRTUAL

### 2.5.1.2 – DÍDE

Díde es una herramienta y un proyecto educativo, innovador, tecnológico, social que pone el foco en la detección precoz, actualmente sigue en desarrollo y en aplicándose en varias instituciones educativas. Se trata de una plataforma web, creada y avalada por psicólogos y psicopedagogos, que facilita la evaluación orientadora del perfil del alumno y ayuda a identificar tempranamente las dificultades del niño, recogiendo información que cumplimentan sus padres y profesores.



FIGURA 3 LOGO DÍDE

Se dirige a orientadores y docentes, donde son los padres quienes participan rellenando formularios que sirven para detectar 35 indicadores de dificultades de aprendizaje y desarrollo. Es una metodología no intrusiva, ya que el niño no participa *insitu* generando informes y estadísticas en tiempo real.

Pensando en las instituciones educativas, el método *díde* está en continua evolución y permite incluso exportar datos que nos ayudan a conocer y comparar para tomar decisiones posteriormente. También permite comparar centro, ciudad, país... para después decidir sobre las necesidades de formación según grupos de edad y dificultades de aprendizaje más repetidas.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	23/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

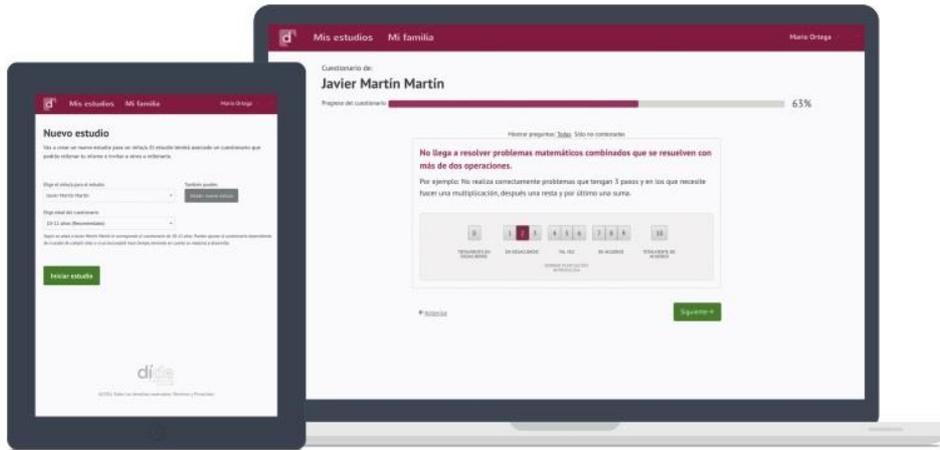


FIGURA 4 DÍDE. EJEMPLO DE LA HERRAMIENTA

## 2.5.2 – EN LA INTERVENCIÓN. PÍLDORAS DIGITALES

Como píldora tecnológica, se están investigando, desarrollando y utilizando los videojuegos como complemento en el tratamiento de personas con TDAH, utilizando Inteligencia Artificial. Aunque estas herramientas son para intervención, quedando fuera del alcance de este proyecto, queremos nombrarlas ya que nos parecen buenos ejemplos de uso de las tecnologías.

### 2.5.2.1 – SINCROLAB

Sincrolab es lo que se conoce como “píldora tecnológica”. Es un sistema desarrollado para dispositivos móviles y tabletas, donde se realiza entrenamiento cognitivo de los pacientes.



FIGURA 5 LOGO SINCROLAB

Aunque es una herramienta de intervención, me parece interesante nombrarla ya que hace uso de los videojuegos y una magnífica gamificación, ajustándose automáticamente a cada jugador haciendo uso de inteligencia artificial. Aunque existen otras aplicaciones para entrenamiento cognitivo, Sincrolab genera informes pensados para profesionales del sector de la salud mental, especialmente para pacientes con trastornos del neurodesarrollo (autismo o TDAH).

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	24/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==



FIGURA 6 SINCROLAB. EJEMPLO DE JUEGOS

### 2.5.2.2 – PROYECTO EVO DE AIKILI

Plataforma desarrollada por Akili Interactive Labs. Se trata de un videojuego que pretende ser una solución alternativa al uso farmacológico. Se realizaron pruebas con niños diagnosticados y se presentaron mejoras significativas en atención y autocontrol, aunque sigue en fases iniciales y desarrollo.



FIGURA 7 LOGO AIKILI

El juego es una aventura gráfica en la que los niños deben resolver tareas para obtener recompensas, pretende ser a futuro una solución terapéutica.



FIGURA 8 AIKILI. EJEMPLO

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	PÁGINA	25/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## CAPÍTULO 3 – VIDEOJUEGOS

En este capítulo se introduce al lector en el mundo de los videojuegos, partiendo de los precedentes hasta la actualidad. Se hará una breve descripción de la categorización que existe, y explicaremos qué es la gamificación y los juegos serios o *serious games* y cómo un videojuego puede realizar muchas más funciones que “entretener” al jugador.

### 3.1 – HISTORIA DE LOS VIDEOJUEGOS

*Pong* es comúnmente considerado el primer videojuego de la historia, pero antes que *Pong*, surgieron otros juegos que no resultaron tan exitosos y tienen relevancia dentro de la evolución de los videojuegos.

En tecnicismos, el prefijo “video” utilizado en el término “videojuego” hacía referencia a un dispositivo de visualización de mapa de bits. Ahora se aplica a todos los tipos de pantalla, formato y plataformas. Para eludir el problema, los historiadores usan un término más inclusivo: “juegos digitales”. Pero el término sigue dejando fuera a los primeros juegos analógicos de computadora.

PRECEDENTE: EL AJEDRECISTA (1912-1915)

Autómata construido por el matemático, ingeniero e inventor español Leonardo Torres Quevedo. La máquina es capaz de resolver ecuaciones algebraicas: una ecuación de ocho términos, que obtiene raíces complejas. Le permitió expresar mecánicamente la relación  $y = \log(10^x + 1)$  con el objetivo de obtener el logaritmo de una suma como suma de logaritmos.



FIGURA 9 PRECEDENTE VIDEOJUEGOS. EL AJEDRECISTA

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	26/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

### 1947: DISPOSITIVO DE ENTRETENIMIENTO DE TUBOS DE RAYOS CATÓDICOS

El primer juego electrónico interactivo conocido fue creado por Thomas T-Goldsmith Jr. Y Estle Ray Mann en un tubo de rayos catódicos. El juego simulaba un lanzador de misiles inspirado por los radares que se usaban en la Segunda Guerra Mundial.

### 1951: NIM

Ferranti presenta Nimrod, la primera computadora creada exclusivamente para jugar a NIM. Utiliza un panel de bombillas en lugar de una pantalla con gráficos visuales en tiempo real, por esto Nimrod no cumple con algunas definiciones de un videojuego.

### 1952: OXO / NOUGHTS AND CROSSES (CEROS Y CRUCES O TRES EN RAYA)

Alexander S. Douglas creó el primer juego de computadora que usaba pantalla digital, es una versión del tres en raya para la computadora EDSAC en la Universidad de Cambridge. Utiliza como control para el juego un marcador de teléfono giratorio.

### 1958: TENNIS FOR TWO (TENIS PARA DOS)

Se crea un juego interactivo para una exhibición financiada por el Departamento de Energía de los Estados Unidos, se pretendía promover la energía atómica, utilizaba en computadora analógica y, como plataforma, el osciloscopio.

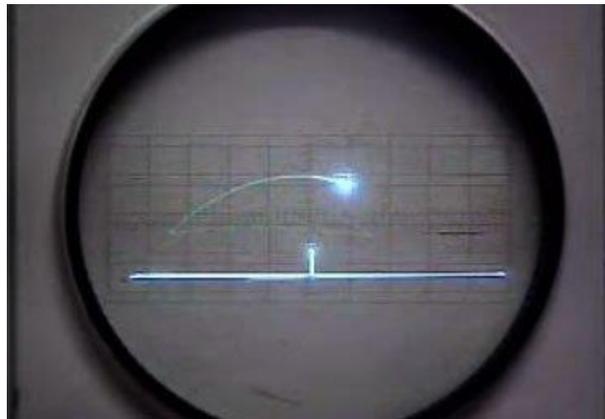


FIGURA 10 TENNIS FOR TWO

### 1959: MOUSE IN THE MAZE, TIC-TAC-TOE

Se desarrolla una colección de programas gráficos interactivos para la computadora experimental TX-0 en el MIT. *Mouse in the maze*, se controlaba utilizando un lápiz óptico para colocar muros en el laberinto, que representaban bits de queso, en

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	27/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

algunas versiones se representaron como vasos de Martini. El ratón virtual era liberado y se movía a través del laberinto para encontrar los objetos. *Tic-tac-toe* usaba el lápiz óptico para jugar al clon de ceros y cruces (OXO) contra la máquina.

#### 1967: SPACEWAR!

En los inicios de la cultura hacker, tres estudiantes del MIT, Martin Graetz, Steve Russell, y Wayne Wiitanen, crean de forma autodidacta *Spacewar!* En una minicomputadora DEC PDP-1. El juego se considera como primer Videojuego de disparos y se extendió a varias instalaciones. Se utilizó por los técnicos del DEC para validar el funcionamiento de un PDP-1 antes de un embarque ya que era el único programa que tocaba cada uno de los aspectos del hardware. Ha sido un referente e inspiración para programadores que escribieron sus propios videojuegos, abriendo las puertas de toda una industria.



FIGURA 11 SPACEWAR!

#### 1971: GALAXY GAME

En la Universidad de Stanford, Bill Pitts y Hugh Tuck desarrollan el primer juego de computadora que usa monedas, usando una computadora DEC PDP-11/20.

Se trata de un clon con variaciones del juego *Spacewar!*.

#### 1971: COMPUTER SPACE

Dos meses después de la instalación de *Galaxy Game*, se lanza *Computer Space* por Nolan Bushnell y Ted Dabney. Fue el primer videojuego que usaba monedas en ser comercializado.

Se trata también de un clon con variaciones del juego *Spacewar!*, sin embargo, Bushnell y Dabney lo adaptaron para usar una pantalla de video real.

#### PRIMERA GENERACIÓN – 1972: PONG

Un año después de *ComputerSpace*, Brushnell y Dabney, siguiendo el mismo diseño de set para televisión, fundan Atari y lanzan *Pong* en una cabina con un televisor.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	28/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## 1974: SALAS RECREATIVAS Y PARQUES “ARCADES”

A finales de 1974, existía un parque de máquinas recreativas en Estados Unidos de más de 100.000 máquinas que generaban más de 250 millones de dólares anualmente, por tanto, gracias a la explosión del Pong, y sus clones, nace la industria de los videojuegos.

Juegos importantes en la época de los 80 son Space Invaders o Asteroids.

## SEGUNDA GENERACIÓN – VIDEO CONSOLAS

Con la aparición de las consolas Master System o NES, empiezan a aparecer otros títulos famosos como Tetris, Legend of Zelda, Metroid, Arkanoid, etc.

La empresa Nintendo comercializa el juego Donkey Kong. La aparición de nuevas consolas y ordenadores: Commodore 64, Spectrum, etc. Generan una saturación en el mercado de los videojuegos, dando la primera crisis en la industria, como consecuencia se abaratan los precios de venta de consolas y videojuegos.

## TERCERA GENERACIÓN – 1985: NINTENDO – SUPER MARIO BROS

Nintendo lanza Super Mario Bros, videojuego revolucionario que supone un antes y un después en la industria. Fue de los primeros juegos comerciales que tenía un objetivo claro, un principio y un final, niveles diseñados mejorando la experiencia de los usuarios. Se elimina el típico manual de juego, ya que todo es explicado mientras se avanza en cada nivel. Se considera una obra maestra que estudió la psicología de los jugadores, tanto en el diseño artístico como el diseño de juego y niveles. Esto hace que mecánicas del juego se hayan conservado en toda la saga de Super Mario hasta la actualidad.

## CUARTA GENERACIÓN – 1990: ERA DE LOS 16 BITS

Cuando Nintendo lanza la consola portátil Game Boy, Sega intenta competir en el mercado con su Game Gear, pero por sus limitaciones en cuanto a tamaño y corta duración de la batería nunca pudo estar a la altura de GameBoy. Sega siguió intentando entrar en el mercado con otras consolas, pero no fue hasta que, en la generación de 16 bits, llegó el mítico Sonic, pasando a ser uno de los personajes de videojuegos más reconocidos del mundo.

Las consolas de esta generación experimentaron un gran avance tecnológico, donde los gráficos era asombrosos y los juegos tenían un nivel técnico superior, aparecen las conocidas Super Nintendo System (SNES) de Nintendo, la Mega Drive de SEGA, entre otras.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	29/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

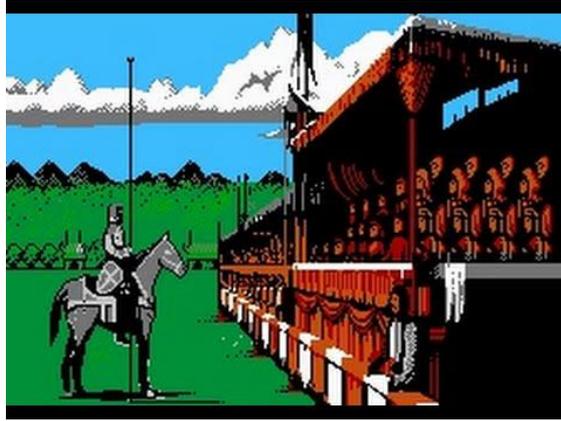


FIGURA 12 DEFENDER OF THE CROWN

### QUINTA GENERACIÓN – 1995: ERA DE LOS 32 BITS Y 64 BITS

Supuso el cambio del 2D a los entornos tridimensionales 3D, gracias a los avances de 32 y 64 bits en computación. Llegan a los hogares Sony PlayStation y Sega Saturn con 32 bits y Nintendo y Atari Jaguar con 64 bits. A finales de los 90 PlayStation se convierte en la consola más popular con juegos Final Fantasy VII y Resident Evil, consiguiendo fama a nivel mundial y siendo sinónimo de videojuego, desbancando a las otras compañías que realizaron un plan de marketing pésimo.

### SEXTA GENERACIÓN – 1998: ERA DE LOS 128 BITS.

Como precursora de la generación de 128 bits Sega lanza Dreamcast, que no pudo con la gran rival PlayStation 2, que saldría en el 2000, teniendo Sega que retirarse del mercado de las consolas de sobremesa. En el 2001 Microsoft entra en la industria de las consolas. Se empiezan a reemplazar los cartuchos por discos ópticos (CD's).

Todas las consolas de esta generación poseen mandos ergonómicos, memorias externas y conexión a internet para jugar en línea o en local.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	30/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==



FIGURA 13 CRASH BANDICOOT

### SÉPTIMA GENERACIÓN – 2005: INTRODUCIENDO TECNOLOGÍAS AVANZADAS

Cada nueva consola introduce un nuevo tipo de tecnología avanzada. La Xbox 360 trae un “render” nativo con resoluciones HD, la PlayStation 3 introduce la reproducción de películas Blu-ray Disc 3D y la Wii se centró en integrar controles con señores de movimiento y joysticks.

Cuando se introduce el sensor de movimiento, Sony reproduce y lanza Playstation Move en 2010, Microsoft desarrolla Kinect, tecnología que se diferencia porque el usuario pasa a ser el “control”. Kinect se alza al Record Guinness Mundial como dispositivo de consumo eléctrico más rápidamente vendido.

Nintendo DS (NDS) y su versión mejorada Dsi, traen pantallas táctiles y un micrófono integrado, posibilidad de realizar descargas desde la tienda y un navegador de internet.

PlayStation lanza PSP, como primera consola portable de Sony, y primera consola portable en utilizar discos ópticos.

### OCTAVA GENERACIÓN – 2011: INTERNET COMO EJE CENTRAL

En esta generación se destaca el uso de internet en la funcionalidad de las consolas, se convierten en centros de comunicación. Como dato de interés, todas las generaciones anteriores han durado aproximadamente cinco años, pero esta se generación se estiman diez.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	31/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

### 3.2 – JUEGOS SERIOS O *SERIOUS GAMES*.

En este apartado comentaremos los rasgos de los juegos serios o *serious games*, son los juegos diseñados para tener impacto en el mundo real. Aunque existe una clasificación más amplia en géneros de videojuegos, los juegos de este proyecto pertenecen a esta taxonomía.

En el desarrollo de estos videojuegos se hace imprescindible las figuras de pedagogos, psicólogos o especialistas en educación y de campo.

Es un género dedicado mayormente al jugador infantil y juvenil. Se diseñan para enseñar mediante el uso de minijuegos o pruebas, combinan la educación con el entretenimiento.

#### 3.2.1 – EDUTAINMENT GAMES Y HEALTH GAMES

El **edutainment**, o entretenimiento educativo, surge de la combinación de las palabras inglesas *education* y *entertainment*. Este término se refiere a todo aquel contenido educativo combinado con elementos lúdicos para entretener.

Health games, o juegos de salud, son los relacionados con la salud mental o física.



FIGURA 14 SAGA PIPO

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	32/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

### 3.3 – GAMIFICACIÓN

La gamificación, del inglés *gamification* es el uso de mecánicas y dinámicas de juego en entornos no lúdicos con el objetivo de potenciar el esfuerzo, la motivación, la concentración para realizar una actividad o tarea que de una forma tradicional resulta aburrida. Surge de mezclar marketing, psicología y juegos. Se pretende que el jugador participe de manera proactiva. Tiene carácter transversal, por lo que se puede aplicar a cualquier actividad.

Se trata de encontrar el aspecto que se desea reforzar en los usuarios, estudiar y encontrar las mejores mecánicas y atacando especialmente a los aspectos psicológicos descritos en las teorías de la diversión.

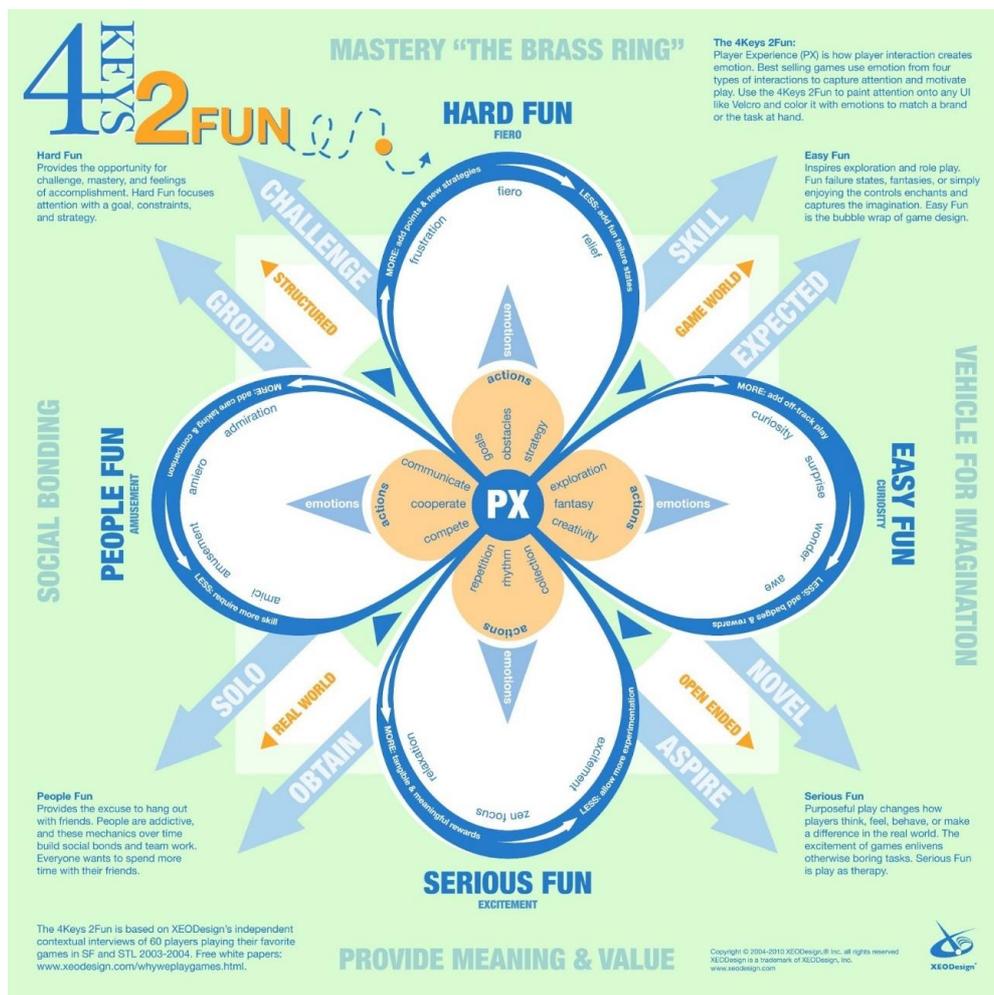


FIGURA 15 . 4 KEYS 2 FUN

[HTTPS://WWW.NICOLELAZZARO.COM/THE4-KEYS-TO-FUN/](https://www.nicolelazzaro.com/the4-keys-to-fun/)

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	33/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

# CAPÍTULO 4 – TECNOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS

## 4.1 – HARDWARE

### 4.1.1 – ORDENADOR

Se utilizó un ordenador *Erazer* por ser el equipo con el que se contaba durante el proceso de desarrollo. Por sus especificaciones es un computador suficientemente potente las tareas a desarrollar.



FIGURA 16 ERAZER X6601

<i>Especificaciones</i>	X6601
Procesador	Intel Core i7 -6700HQ (2.6GHz, x 6MB)
Memoria RAM	32GB DDR4 SODIMM Max 64 GB
Disco duro	1500GB (5400 rpm S-ATA) y SSD 256GB
Display	15.6" LED FullHD (1920x 1080) 16:9
Controlador gráfico	Nvidia Geforce GTX 960M 2GB VRAM
Sistema operativo	Microsoft Windows 10 64bits

TABLA 1. ESPECIFICACIONES ORDENADOR

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	PÁGINA	34/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

#### 4.1.2 – DISPOSITIVO MÓVIL

Se probó todo el sistema sobre un móvil Android Xiami MI6.



FIGURA 17 XIAOMI MI6

<i>Especificaciones</i>	XIAOMI MI 6
Procesador	Qualcomm Snapdragon 835
CPU	Octa-core Max 2.45GHz
GPU	Qualcomm Adreno 540
RAM	6GB LPDDR4X
Sensores	Huella dactilar, acelerómetro, barómetro, brújula, giroscopio, luz ambiente, proximidad
Sistema operativo	Android 8.0 Oreo

TABLA 2. ESPECIFICACIONES DISPOSITIVO MÓVIL

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	35/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## 4.2 – SOFTWARE

En este apartado se comenta brevemente el software necesario para desarrollar este TFG y, de forma general, en qué tareas fueron cruciales.

### 4.2.1 – ANDROID



FIGURA 18. LOGO ANDROID

La plataforma sobre la que correrá el ejecutable es Android, aunque el código está preparado para ser exportado a iOS, no contamos con dispositivos Apple para generarlos durante la etapa de desarrollo. Android es un sistema operativo compilado en lenguaje Java y es el que trae el hardware del dispositivo móvil por defecto.

### 4.2.3 – UNITY3D

El motor de juego Unity está compuesto por un conjunto de herramientas y servicios que permite crear juegos multiplataforma o contenido interactivo. Todas estas herramientas se encuentran integradas en una misma plataforma, facilitando de este modo la creación tanto de contenido interactivo 2D como 3D, las soluciones colaborativas y el rápido desarrollo multiplataforma; así como servicios de publicidad y análisis.



FIGURA 19. LOGO UNITY3D

Elegí este motor de desarrollo de videojuegos por tener experiencia previa, por lo que seguir adquiriendo conocimiento sobre la herramienta es un punto a favor. Unity se programa en C#, lenguaje de programación orientado a objetos y Boo.

Trae integrado un controlador de versiones, que se utilizó desde el inicio del proyecto. Con esto se guardan todos los cambios realizados, incluyendo las versiones descartadas y se asegura el avance del proyecto. Se realizaron salvados diarios llegando casi a 150 guardados.

Además, cuenta con una API con documentación detallada, videos y tutoriales. No sólo por tener una versión gratuita para desarrolladores, sino porque existe una enorme comunidad girando en torno a Unity.

La versión utilizada en este proyecto es la 2018.2.17.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA 36/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

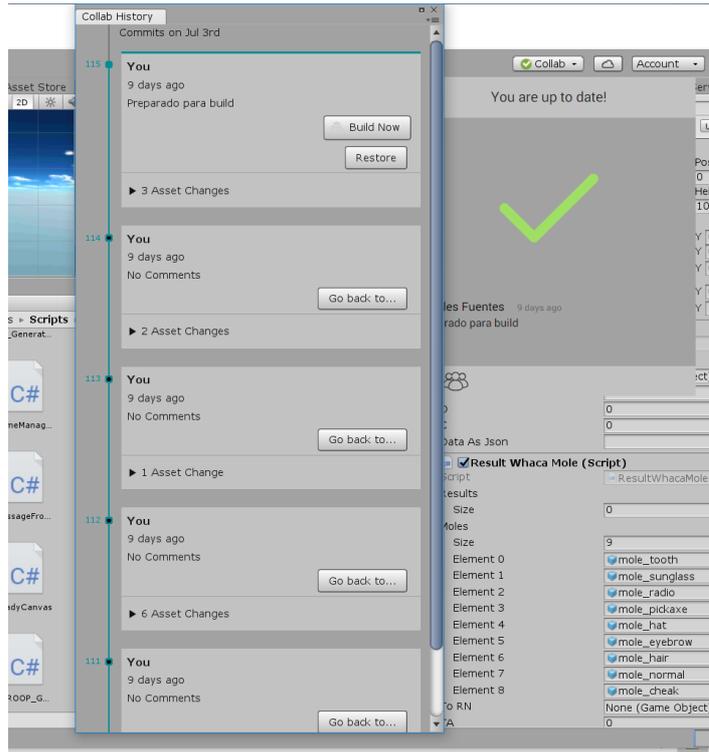


FIGURA 20. CONTROL DE VERSIONES UNITY3D

#### 4.2.4 – VISUAL STUDIO

El entorno de programación para el lenguaje C# elegido ha sido VisualStudio, además, por formar parte de la comunidad universitaria tenemos claves para la versión pro de este IDE. Es un entorno que empecé a manejar con Unity y de mis favoritos hasta ahora. Por lo que elegirlo ha hecho que me sienta cómoda programando.



FIGURA 21. LOGO VISUAL STUDIO

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	37/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

#### 4.2.5 – UNITY REMOTE 5

Es una aplicación móvil que se descarga desde la tienda Android. Esta herramienta permite visualizar previamente el juego desde el editor, sin tener que generar la APK, lo que ayudó, al tratarse de un proyecto enfocado a dispositivos móviles, ahorrando tiempo y haciendo pruebas mientras se desarrollaba. Con esto se pudo probar las funcionalidades de la pantalla táctil desde el minuto cero.

#### 4.2.6 – STARUML

Herramienta de código abierto que ofrece un entorno y herramientas de diseño de diagramas, se usa para diseñar y analizar todo el proyecto antes de entrar a la fase de desarrollo. Se utilizó esta herramienta en las asignaturas del grado. Permite exportar a formato de imagen con alta resolución. Estas imágenes se incluyen en este documento.



FIGURA 22. LOGO STARUML

#### 4.2.7 – KRITA

Es un entorno de dibujo y manipulación de imágenes de libre licencia. Todo el arte que se incluye en la aplicación desarrollada se ha realizado con Krita.



FIGURA 23. LOGO KRITA

#### 4.2.8 – TRELLO

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	38/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

Herramienta para gestionar el tiempo y el espacio de trabajo. Es un tablón online donde pueden participar una o varias personas. Se compone de tarjetas que pueden describirse con más o menos detalle, adjuntar documentos, entre otras cosas.

Una herramienta de este estilo es indispensable en cualquier trabajo o desarrollo. En ella, dividí el tablero en varios bloques: pendiente, urgente, desarrollo, testing, finalizado...

La idea es que las tarjetas sean pequeñas tareas descritas en la lista de pendientes y se muevan a otras listas dependiendo del estado en el que se encuentre esa tarea que se describe.

Estos tableros se utilizan en metodologías de desarrollo ágil, indispensable en Scrum.

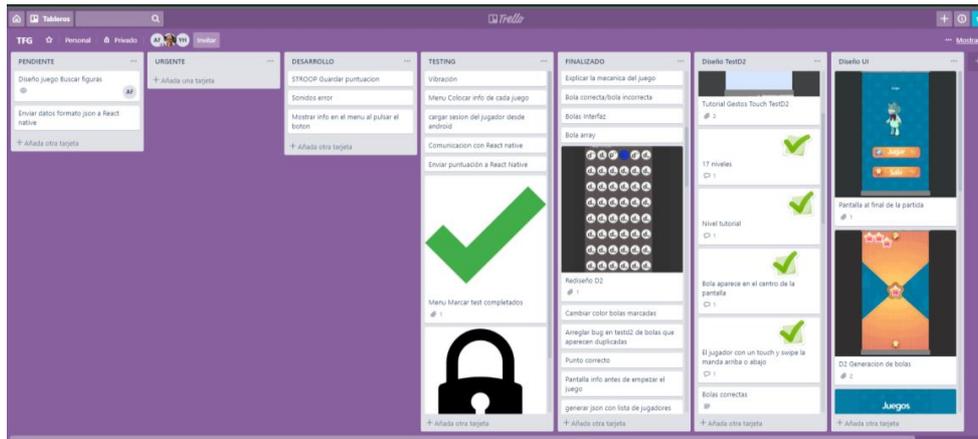


FIGURA 24. EJEMPLO TRELLO USADO EN EL PROYECTO

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	39/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

# CAPÍTULO 5 – ANÁLISIS DE REQUISITOS Y DISEÑO

Un requisito es una **condición** o capacidad que necesita el usuario para resolver un problema o conseguir un objetivo determinado.

En este capítulo se detalla la especificación de requisitos del proyecto. Se usan las historias de usuario como técnica de representación, describiendo con lenguaje natural las tareas que aportan valor al usuario o al negocio. Se incluyen diagramas de caso de uso, diagrama de actividades y de clase.

## 5.1 – LA ENTREVISTA

Es una tarea necesaria para extraer la información importante del software que se pretende desarrollar. Se identifican los requisitos que da el usuario y se debate junto a él qué elementos o funcionalidades son las más importantes. Se entrevistó a Zaira Santana, cotutora de este trabajo, porque representa los intereses del sector clínico y es experta en TDAH, siendo el nexo entre los usuarios finales y los desarrolladores. Se realizaron dos entrevistas, en las que se identificó como requisitos que los juegos debían ser lo más fieles posibles a las pruebas oficiales de diagnóstico, qué parámetros recoger, la temporización de cada juego y que los resultados obtenidos por el jugador debían almacenarse.

Se realizaron diez entrevistas, algunas como *sprint*, con el desarrollador del otro TFG, nombrado en capítulos anteriores, para identificar los requisitos de mi componente. Formalizando requisitos en los que la puntuación se enviaría de forma directa como texto formato JSON.

## 5.2 – HISTORIAS DE USUARIO

Las historias de usuario son especificaciones funcionales que invitan a la conversación, se escriben en lenguaje natural, excluyendo tecnicismos y se componen de tres elementos:

1. Card (Ficha) – Toda historia de usuario debe poder describirse en una ficha de papel pequeña, del tamaño de un *posit*.
2. Conversación – Toda historia de usuario debe surgir de una conversación con el Dueño del Producto (Product Owner).
3. Confirmación – Toda historia de usuario debe estar lo suficientemente explicada para que el equipo de desarrollo sepa qué es lo que debe construir y qué es lo que el dueño del producto espera. Esto se conoce también como Criterios de Aceptación.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	PÁGINA	40/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

Bill Wake establece 6 características fundamentales que deben seguir las historias de usuario, bajo la regla mnemotécnica INVEST:

- ✓ Independiente – Que no superpongan funcionalidades y puedan ser planificadas y desarrolladas en cualquier orden.
- ✓ Negociable – Los criterios de aceptación pueden incrementarse o eliminarse.
- ✓ Valorable – Debe considerarse parte importante del programa.
- ✓ Estimable – La historia de usuario debe poder ser estimada en tiempo y costes.
- ✓ Pequeña (Small) – Las historias deben poder ser completadas en un plazo máximo de dos semanas. La redacción en fichas ayuda a cumplir esta característica.
- ✓ Verificable (Testable) – Las historias deben poder ser probadas.

*Nota aclarativa:* Cuando se nombra aplicación principal hacemos referencia al otro TFG, que se ha mencionado en ocasiones anteriores.

Definiremos dos actores: jugadores y desarrollador externo, que es mi compañero que se encarga de desarrollar la aplicación principal.

<b>IDENTIFICADOR:</b>	<b>HU – 01</b>
<b>HISTORIA:</b>	Seleccionar un juego.
<b>COMO:</b>	Usuario.
<b>QUIERO:</b>	Elegir uno de los juegos.
<b>PARA:</b>	Jugar.
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los juegos se seleccionan por el usuario en la aplicación.</li> <li>- Cuando el usuario selecciona un juego, éste deberá comenzar.</li> </ul>

TABLA 3: HU – 01. SELECCIONAR JUEGO.

<b>IDENTIFICADOR:</b>	<b>HU – 02</b>
<b>HISTORIA:</b>	Visualizar información.
<b>COMO:</b>	Usuario.
<b>QUIERO:</b>	Ver menú con información.
<b>PARA:</b>	Conocer los detalles.
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desde el menú de juegos, el jugador puede abrir y cerrar un cartel con información general.</li> </ul>

TABLA 4: HU – 02. VISUALIZAR INFORMACIÓN.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	PÁGINA	41/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

<b>IDENTIFICADOR:</b>	<b>HU – 03</b>
<b>HISTORIA:</b>	Salir del menú de juegos.
<b>COMO:</b>	Usuario.
<b>QUIERO:</b>	Salir de la selección de juegos.
<b>PARA:</b>	Volver a la aplicación principal.
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desde el menú de juegos, el jugador puede regresar a la aplicación principal.</li> </ul>

TABLA 5: HU – 03. SALIR DEL MENÚ DE JUEGOS.

<b>IDENTIFICADOR:</b>	<b>HU – 04</b>
<b>HISTORIA:</b>	Tutorial de cada juego.
<b>COMO:</b>	Usuario.
<b>QUIERO:</b>	Entender cada nivel.
<b>PARA:</b>	Poder realizarlo adecuadamente.
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al principio de cada juego se explican las pautas a seguir.</li> <li>- Si un nivel cambia, se explicará en este cambio de fase.</li> </ul>

TABLA 6: HU – 04. TUTORIAL DE CADA JUEGO.

<b>IDENTIFICADOR:</b>	<b>HU – 05</b>
<b>HISTORIA:</b>	Pasar de nivel.
<b>COMO:</b>	Usuario.
<b>QUIERO:</b>	Pasar al siguiente nivel.
<b>PARA:</b>	Continuar con el juego elegido.
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando finalice un nivel aparecerá una pantalla de espera.</li> <li>- La pantalla debe tener un elemento con el que el usuario pueda interactuar.</li> <li>- Cuando el usuario pulse el botón, pasará al siguiente nivel.</li> </ul>

TABLA 7: HU – 05. PASAR DE NIVEL.

<b>IDENTIFICADOR:</b>	<b>HU – 06</b>
<b>HISTORIA:</b>	Trazabilidad del usuario.
<b>COMO:</b>	Desarrollador externo.
<b>QUIERO:</b>	Enviar y recibir el identificador del usuario.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	42/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

<b>PARA:</b>	Saber qué usuario está jugando.
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:</b>	- Cuando el usuario entra al menú de juegos el sistema envía/recibe el identificador único del usuario.

TABLA 8: HU – 06. TRAZABILIDAD DEL USUARIO.

<b>IDENTIFICADOR:</b>	<b>HU – 07</b>
<b>HISTORIA:</b>	Puntuaciones del jugador.
<b>COMO:</b>	Desarrollador externo.
<b>QUIERO:</b>	Recibir las puntuaciones del usuario en cada juego.
<b>PARA:</b>	Calcular y manejar sus estadísticas.
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:</b>	- Cuando se termina un juego, se envía un texto con las puntuaciones del usuario en formato JSON.

TABLA 9: HU – 07. PUNTUACIONES DEL JUGADOR.

### 5.3 – DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo muestra las distintas etapas que debe seguir un programa en su ejecución para que se cumplan los objetivos marcados.

A continuación, se expone una leyenda para ayudar a la comprensión del diagrama.

- Círculo rojo/oscuro: Indica el inicio y el final del diagrama.
- Líneas rojas gruesas: Indica que varios procesos se deben ejecutar y que varios procesos deben concluir para proseguir con el flujo normal del programa.
- Círculo amarillo/claro: División entre opciones.
- Hoja de nota: Expresa en texto la condición para la división entre opciones.
- Rectángulo sin bordes: Proceso de control.
- Flecha: Indica el flujo del programa.

#### 5.3.1 – DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS ENTRADA Y SALIDA.

Se expone la entrada y salida de los datos del programa. Al iniciarse configura el menú de juegos según el identificado de usuario que recibe desde la aplicación principal. Marcará como finalizados los juegos que ese usuario haya completado en cualquiera de

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	43/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

sus sesiones anteriores en el caso de que lo hubiese hecho. Cuando se selecciona un juego, el sistema configura la escena de ese juego y lee un fichero CVS los parámetros de la prueba oficial transcrita de una ficha en papel.

Cuando se ha configurado el juego y cargado los parámetros, enseñamos al usuario una pantalla con una explicación o tutorial.

Al acabar un nivel, controlado por un temporizador, se entra a un estado de cambio de nivel mientras se almacena la puntuación en formato JSON. Justo en el cambio de nivel se comprueba si hay un nivel siguiente, si hay más niveles se vuelve a mostrar un tutorial de la siguiente fase, si no, se acaba el juego y se envían todas las puntuaciones a la aplicación principal en formato de texto JSON.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	44/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

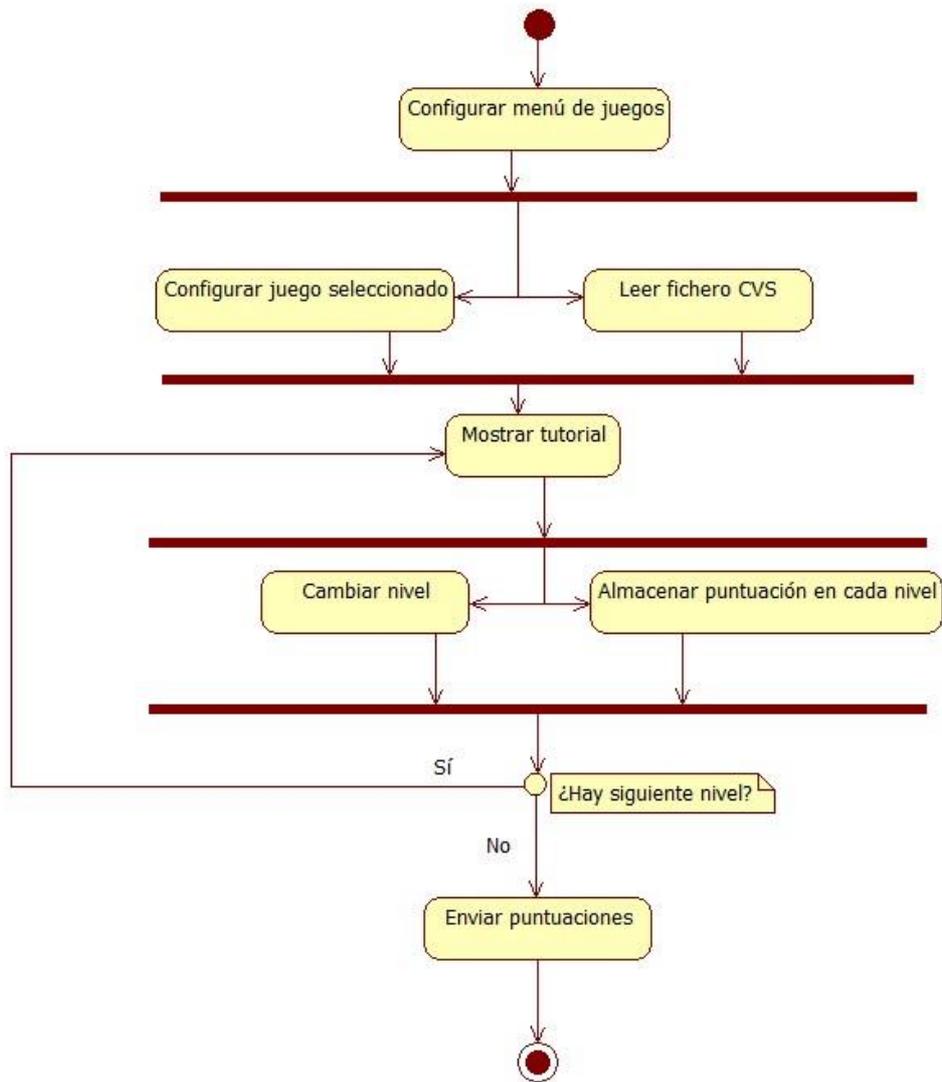


FIGURA 25. DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS ENTRADA Y SALIDA.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
 Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	45/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## 5.4 – CASOS DE USO

Un caso de uso es una herramienta de la Ingeniería del Software que ayuda a especificar de forma más particular lo que el usuario espera que el sistema sea capaz de hacer. Se describe el comportamiento del sistema y los actores que lo usan. Se representa la secuencia con el modelado de casos de uso UML.

Los personajes o entidades que participaran en un caso de uso se denominan **actores**. El diagrama de casos de uso muestra la relación entre los actores y los casos de uso en un sistema.

Se expone una leyenda para ayudar a la comprensión del diagrama.

- Círculo: Indica la actividad que el sistema permite realizar al personaje.
- Monigote: Indica el actor, personaje o entidad.
- Fecha discontinua con marca <<include>>: Indica que el caso de uso depende de que se realice el caso de uso que señala la fecha.
- Fecha discontinua con marca <<extend>>: Expresa que el caso de uso es opcional y se realiza desde el caso de uso que señala la fecha.
- <<Abstract>>: Define un caso de uso abstracto.
- Flecha con hueco: Indica que los casos de uso se extienden de un caso de uso en común, el abstracto.
- Líneas de unión: Indica el recorrido necesario para completar una acción.

En el sistema tenemos dos actores, el desarrollador externo, o la aplicación externa más concretamente, envía el identificado único del usuario (ID) cuando el jugador entra en el menú de juegos. A partir de aquí sólo actúa el jugador, que puede salir, abrir un menú con información o jugar, eligiendo en ese mismo menú entre cuatro juegos diferentes. Cuando el jugador activa un juego, el desarrollador externo vuelve a aparecer para recibir las puntuaciones del actor jugador.

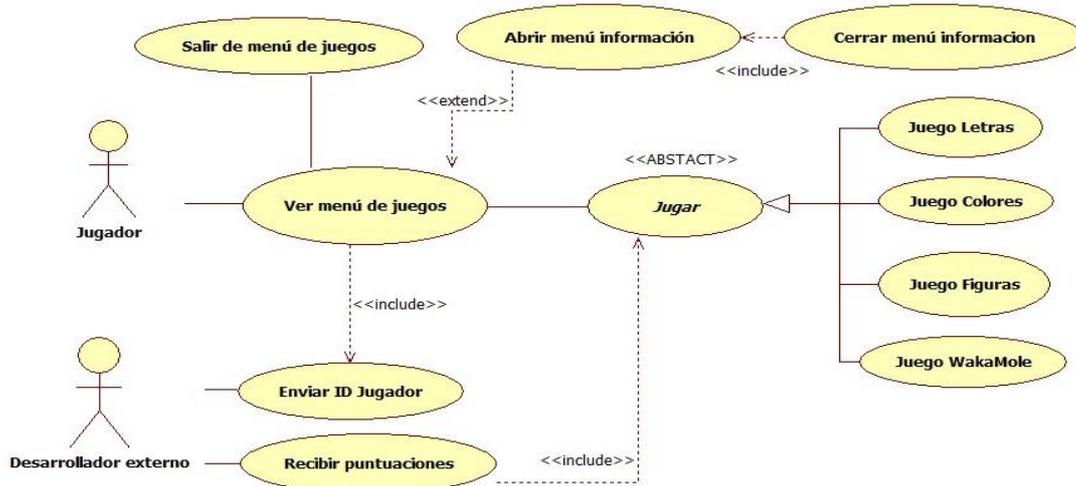


FIGURA 26. DIAGRAMA CASOS DE USO

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA 46/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## 5.5 – DIAGRAMA DE CLASES

Este diagrama describe la estructura del sistema mostrando sus clases, atributos, operaciones o métodos y las relaciones entre los objetos.

El proyecto contiene otros scripts que dan funcionalidad a los objetos del juego, pero se excluyen para centrarnos en explicar las funciones más importantes del sistema.

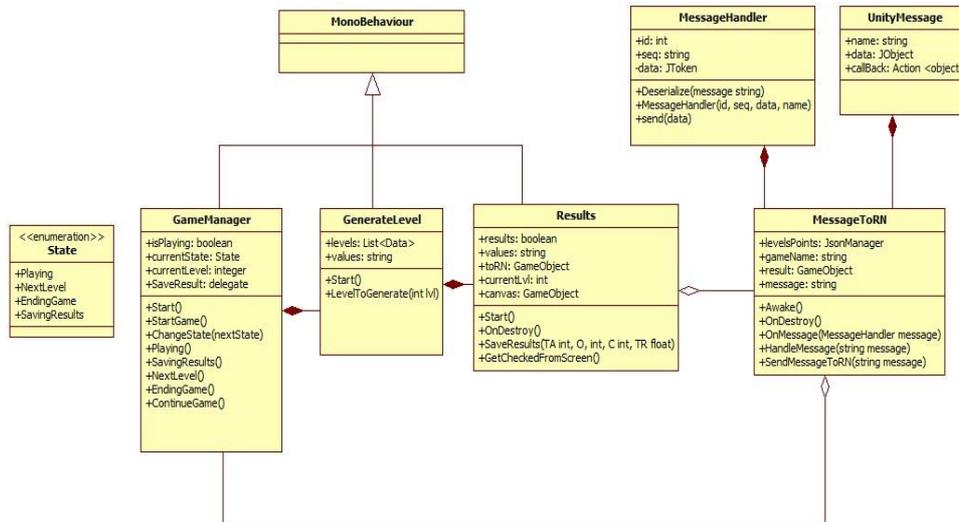


FIGURA 27. DIAGRAMA DE CLASES

### CLASE MONOBEHAVIOUR

Es la clase base de los scripts de Unity. Derivamos explícitamente de esta clase con C# y contiene las funciones y propiedades que son componentes de un *GameObject*. La mayor parte del código en este proyecto son clases que heredan de *MonoBehaviour*, por lo que se utilizan funciones y propiedades de este.

### CLASE GAMEMANAGER

Esta clase se construye a base de *coroutines* de Unity. Es el autómatas que controla el flujo del juego. Muy importante la variable *currentState*, que referencia a un *State* o estado del juego que sería la condición que cambia el juego a otro estado. Se detalla el funcionamiento del Autómata Finito en el capítulo siguiente.

### CLASE GENERATELEVEL

Se encarga de generar el nivel a partir de los datos que obtiene de una *List<Data>*, esta lista se obtiene de una lectura previa al fichero CSV correspondiente. Esta clase se suscribe al *GameManager* y espera el aviso para realizar su tarea.



## CLASE RESULTS

En cada nivel se guardan los resultados, la clase *Results* es la encargada de manejar las puntuaciones, se mantiene esperando a que se complete un nivel para revisar los valores en pantalla y finalmente calcular los parámetros de puntos.

## CLASE MESSAGEHANDLER

Esta clase es importante porque maneja el Jtoken que se recibe y /o se envía a la aplicación externa, se encarga de transformar el objeto recibido como dato en una cadena de caracteres y darle formato JSON.

## CLASE UNITYMESSAGE

Esta clase construye el mensaje utilizado para la integración con la aplicación externa, desarrollada en React Native. Se encarga de construir el dato recibido a uno aceptado por unity.

## CLASE MESSAGETORN

Esta clase es la encargada de realizar el envío y la recepción de mensajes de la aplicación externa mediante cadenas de caracteres (*strings*). Con este script enviamos las puntuaciones almacenadas por la clase Results y obtenemos el identificador del usuario desde el comienzo del juego.

## 5.6 – CARACTERÍSTICAS DE LOS JUEGOS

Un requisito importante era conseguir fidelidad a las pruebas que se utilizan actualmente en fichas de papel. Por esto, fue necesario adquirir estas fichas, estudiarlas y realizar un ejemplo de principio a fin.

### RESULTADOS

Total de aciertos: número de elementos relevantes correctos

Omisiones: número de elementos relevantes intentados, pero no marcados

Comisiones número de elementos irrelevantes marcados

Total de elementos: número de elementos

Tiempo respuesta: tiempo que el usuario tarda en marcar un elemento.

Tiempo respuesta promedio: Media de la suma de los tiempos de respuesta.

$$TP = \sum TR / Total\ de\ elementos$$

En el apartado Anexo de este documento se adjuntan las fichas y las instrucciones utilizadas para digitalizar las pruebas.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

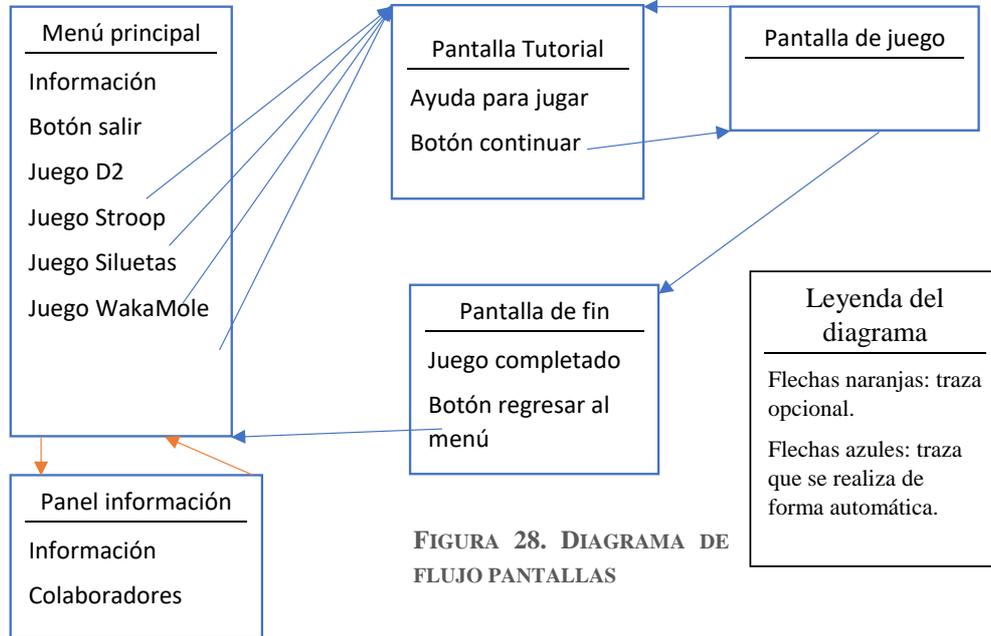
FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA 48/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## 5.6 – DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS PANTALLAS DEL JUEGO

El siguiente diagrama presenta el flujo de pantallas que se muestran al jugador, desde que inicia el menú de juegos hasta que acaba un juego.



Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	49/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

# CAPÍTULO 6 – DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se describe el proceso de desarrollo e implementación del sistema. Hay que tener en cuenta que este proyecto es un módulo que se complementa con otro TFG, realizado paralelamente, por lo que durante el desarrollo y, principalmente en la implementación, se realizaron varias reuniones de trabajo para validar los incrementos.

## 6.1 – UNITY 3D ESPACIO DE TRABAJO

Cada objeto en el juego es un **GameObject**, desde personajes, luces, cámara, efectos especiales, etc.

Un *GameObject* no puede hacer nada por si mismo, por lo que tenemos que darle propiedades.

Las propiedades de un objeto son componentes o *components*. Unity ofrece una variedad de componentes desarrollados para ser añadidos a los objetos, y podemos desarrollar nuestras propias funcionalidades por medio de *Scripts*, fichero de código programado en C# que utiliza el Unity Scripting API.

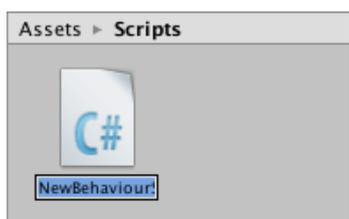


FIGURA 29 EJEMPLO CREACIÓN SCRIPT

```
using UnityEngine;
using System.Collections;

public class MainPlayer : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {

    }

}
```

FIGURA 30. ANATOMÍA DE UN SCRIPT



## 6.2 – CICLO O LOOP DEL JUEGO

El ciclo del juego es controlado por una Máquina de Estado Finito (Finite State Machine, FSM), llamada también Autómata Finito. Es la abstracción computacional que describe el comportamiento de un sistema reactivo mediante un número determinado de Estados y de Transiciones entre dichos Estados.

Se programa el FSM utilizando *coroutines* de Unity, las cuales tienen la particularidad de poder pausarse en cualquier momento de su ejecución.

Se utiliza el mismo autómata para todos los juegos, variando parámetros que recibe y envía a la hora de mandar a configurar cada juego.

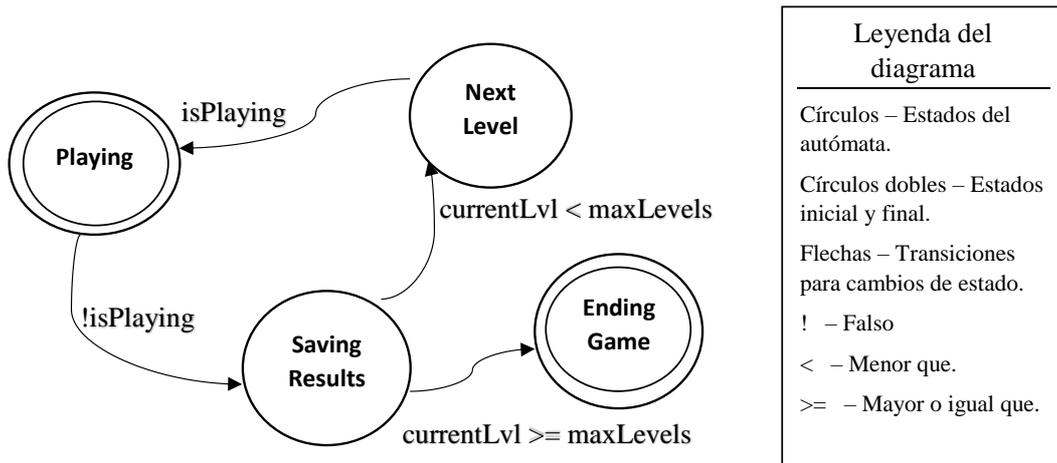


FIGURA 31. AUTÓMATA FINITO. LOOP DEL JUEGO

```

enum States
{
    Playing,
    NextLevel,
    EndingGame,
    SavingResults
}

States currentState;
void ChangeState(States nextState)
{
    currentState = nextState;
}

IEnumerator FSM()
{
    while (true)
    {
        yield return StartCoroutine(currentState.ToString());
    }
}
    
```

FIGURA 32. CÓDIGO INICIALIZACIÓN GAME LOOP



### 6.3 – GENERALIDADES DE LOS JUEGOS

Los diferentes juegos desarrollados tienen partes comunes, lo que ha simplificado ciertas partes del desarrollo y se han creado objetos de Unity llamados *prefabs*, como elementos base para agilizar el desarrollo.

- Elementos interactivos: aquellos que el jugador puede tocar utilizando la pantalla táctil del dispositivo. Son principalmente botones y elementos con *colliders* de Unity.
- Pantallas de tutorial, cambio de niveles y fin de juego: son las pantallas que tienen la misma funcionalidad en cada juego. Se desarrolló una de cada, con sus generalidades creando un *prefab* de Unity y son utilizadas con variantes
- Resultados: Todos los juegos guardan un resultado, el sistema de guardado es el mismo para todos los juegos, variando el contenido y la estructura. Se guardan los resultados como un texto en formato JSON.



FIGURA 33. ALGUNOS PREFABS EN UNITY

### 6.4 – COMUNICACIÓN ENTRE SCRIPTS

Para evitar la cohesión del código y comunicar los scripts más específicos del nivel a los generales que comentamos en el apartado anterior, se hace uso del **patrón** de diseño **emisor-suscriptores**.

El objeto *GameManager* que contiene el *script* (archivo de código) del bucle del juego, emite en cada estado señales de aviso o notificaciones a sus suscriptores. Por ejemplo, cuando empieza un nivel, se avisa al suscriptor encargado de configurar los niveles que realice su función. El objeto *GameManager* está totalmente desacoplado de la configuración de niveles, y delega las tareas a sus suscriptores, siendo estos responsables de la ejecución.

Delegados en esta aplicación son:

- *Script* que guarda los resultados.
- *Script* que configura cada nivel del juego.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	52/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

- *Script* que se comunica con la aplicación externa.
- *Script* que actúa si un elemento marcado causa error o acierto.

Emisores en esta aplicación son:

- *GameManager* o *loop* del juego.
- *Script* de los elementos de juego que notifican de su estado actual.

```
public delegate void SaveResults();
public static event SaveResults OnSaveResults;
```

FIGURA 34. TROZO DE CÓDIGO DECLARACIÓN DE EVENTO Y DELEGADO

```
if (OnSaveResults != null && !isSaved)
{
    isSaved = true;
    OnSaveResults();
}
```

FIGURA 35. TROZO DE CÓDIGO ENVÍO DE UN EVENTO

```
void Start ()
{
    GameManager.OnSaveResults += GetCheckedFromScreen;
}

void OnDestroy()
{
    GameManager.OnSaveResults -= GetCheckedFromScreen;
}
```

FIGURA 36 TROZO DE CÓDIGO SUSCRIPCIÓN AL EVENTO

## 6.4 – CONFIGURACIÓN DE LOS JUEGOS USANDO CSV

Para configurar cada nivel, se transcribieron en un Excel los datos recogidos de cada ficha en papel. Las filas representan los niveles y las columnas los valores. Se decidió este formato porque es el más sencillo a la hora de rellenar. Además, se puede configurar cada juego sin tocar el código de la aplicación.



Cuando el jugador inicia un juego, se carga el fichero correspondiente y se configura el nivel.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	line							
2	0 d"		d,	p"	d,"	d"	d,,	p,,
3	1 p"		d"	p'	p"	d,,	d,	d,,
4	2 d,,		d'	d,,	d"	p"	p,,	d"
5	3 d,,		d,	p"	d,"	d"	d,,	p,,
6	4 p"		d"	p'	p"	d,,	d,	d,,
7	5 d,,		d'	d,,	d"	p"	p,,	d"
8	6 d,,		d,	p"	d,"	d"	d,,	p,,
9	7 p"		d"	p'	p"	d,,	d,	d,,
10	8 d,,		d'	d,,	d"	p"	p,,	d"
11	9 d,,		d,	p"	d,"	d"	d,,	p,,
12	10 p"		d"	p'	p"	d,,	d,	d,,
13	11 d,,		d'	d,,	d"	p"	p,,	d"
14	12 d,,		d,	p"	d,"	d"	d,,	p,,

FIGURA 37. PARTE DE FICHERO CSV DE CONFIGURACIÓN DEL TESTD2

```

public void LoadGameData(string dataFile)
{
    TextAsset lvlData = Resources.Load<TextAsset>(dataFile);
    string[] data = lvlData.text.Split(new char[] { '\n' });
    for (int i = 1; i < data.Length - 1; i++)
    {
        string[] row = data[i].Split(new char[] { ';' });

        if (dataFile == "STROOPConfig")
        {
            STROOPData game = new STROOPData();
            if (row[1] != "")
            {
                int.TryParse(row[0], out game.lvl);
                for (int x = 1; x < row.Length; x++)
                {
                    game.dataValues[x-1] = row[x];
                }
            }

            levelsStroop.Add(game);
        }
    }
}

```

FIGURA 38. TROZO DE CÓDIGO DE LA LECTURA DEL FICHERO CSV

## 6.5 – COMPILAR EN PLATAFORMA ANDROID

Cuando se explicó el uso de Unity, se aclara que la compilación multiplataforma que ofrece el IDE incluye plugin para Android, esto hace que la exportación sea relativamente sencilla entre una plataforma y otra. Se necesita JDK de Java y el SDK de

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	54/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

Android para realizar la compilación con éxito. Además del plugin específico de Android Unity que se puede descargar directamente desde la interfaz de Unity.

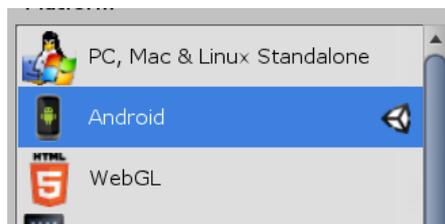


FIGURA 39. OPCIÓN COMPILACIÓN DE UNITY3D

## 6.6 – COMUNICACIÓN CON LA APLICACIÓN EXTERNA

El objetivo técnico de este proyecto era conseguir comunicar una aplicación desarrollada en Unity con otra aplicación realizada en React Native, un *framework* de desarrollo para dispositivos móviles. Para hacerlo efectivo utilizamos un plugin de software libre desarrollado por @xzper(f111fei en github) en 2018 con licencia del MIT. Se trata de unos scripts que especifican los valores de los parámetros necesarios al realizar una compilación para enlazar la apk de Unity con otra apk.

## 6.7 – PUNTUACIONES EN FORMATO JSON

La estructura de almacenamiento de puntuaciones del usuario se realiza con formato JSON. Con esto se consigue realizar una comunicación rápida y efectiva, al enviar todos los valores en un formato común y pactada con el compañero que desarrolla la aplicación que lee estos valores.

## 6.8 – DISEÑO, SONIDO Y EFECTOS

Después de varias pruebas de diseño de interfaz, colores y formas, se optó por uno minimalista, para dedicarle la mayor parte del tiempo a solucionar problemas de programación e implementación, por lo que el diseño artístico está abierto a cambios o propuestas de mejora.

En fases ultimas, se añadió música a los juegos, pero en pruebas posteriores notamos distracción en los jugadores, por lo que se decide limitar sonidos de cuenta atrás y errores para llamar la atención del jugador.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	55/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

Se probaron varios efectos de partículas, pero esto fue descartado inmediatamente al concluir que no eran en principio necesarias y que aumentaban la distracción.

## 6.9 – ITERACIONES

Como las primeras versiones de las pruebas D2 y Stroop falseaban los resultados, posiblemente se necesitaba estudio muy profundo sobre gamificación, por lo que se descartaron las primeras versiones por no ajustarse al tiempo de este proyecto, pero se proponen las mecánicas desarrolladas para futuras líneas del desarrollo. Hay que destacar que al escribir desde un principio un código desacoplado, se pudo reutilizar en las siguientes versiones sin sufrir variaciones.

Se adjunta en esta memoria el manual de usuario, donde se muestra detalladamente cada pantalla de la aplicación desarrollada en este proyecto.

### 6.9.1 – TEST D2: PRIMERAS ITERACIONES

Se desarrollaron dos versiones de un minijuego con mecánica *swipe*, arrastrar objetos en la pantalla táctil. Esto consiste en reconocer que el dedo se mantiene y se desliza en la pantalla del dispositivo.

El juego consiste en recolocar las figuras que iban saliendo en el centro y puntuar al usuario si las posicionaba en el lugar correcto.

En el prototipo no se llegó a diseñar a nivel artístico, ya que se planeó que las figuras (bolas o estrellas) tuvieran pequeñas diferencias para que el jugador pudiera reconocerlas y colocarlas arriba o abajo según se le hubiese notificado.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	56/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				



FIGURA 40. PRIMERAS VERSIONES DESCARTADAS DEL JUEGO D2

Aunque se consiguió desarrollar la mecánica, al llevarla a pruebas con usuarios los resultados dependían de la habilidad del jugador más que de su capacidad de concentración. Por lo que quedó descartada ya que requería un estudio más práctico y profundo sobre gamificación, en concreto controlar los tiempos de respuesta de un movimiento *swipe*.

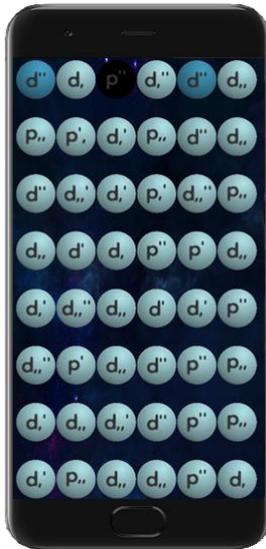
Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	57/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

### 5.9.2 – TEST D2: SEGUNDA ITERACIÓN



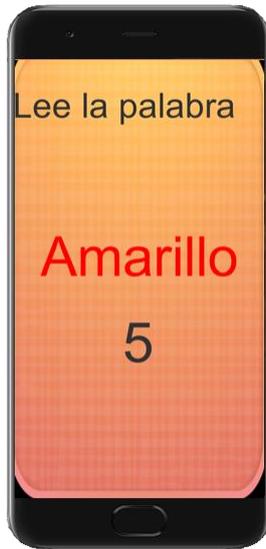
Esta segunda versión se acerca más a una solución para el problema planteado. Se presentan pantallas que reproducen una línea del test original, en forma de niveles. El jugador debe permanecer concentrado y marcar las bolas que se le piden en una pantalla preliminar. Consistiendo en marcar las que contienen d con dos rayitas e ignorando las que contienen menos o más rayitas y todas las que sean p.

Se da la opción de corregir una vez, pulsando nuevamente la bola. Cada nivel tiene un tiempo de 20 segundos. Siendo 14 niveles en total.

Se añade en esta versión la vibración del teléfono al terminar cada nivel y una pantalla con texto “¡YA!” para mantener al jugador preparado.

FIGURA 41. CAPTURA JUEGO D2

### 5.5.3 – TEST STROOP: PRIMER VERSIÓN



Se presenta una pantalla simple con la palabra que el jugador debe leer en voz alta. Esta versión hace uso del reconocimiento de voz de Android. Concretamente el *speech recognizer*. Durante el nivel, el sistema se mantiene en escucha y transcribe lo que dice el usuario, puntuando si acierta o no, almacenando el tiempo de respuesta e incluso si hubo corrección.

La mecánica también se completó con éxito, pero al necesitar muchísimos ajustes internos de Android usando Java y modificando *pluggins*, se descartó esta primera versión. La importancia que la retención del impulso en esta prueba hace que no se descarte la implementación de esta mecánica, pues los resultados son más veraces si utilizamos el reconocimiento de voz antes que el uso de pantalla táctil en este tipo de pruebas.

FIGURA 42. CAPTURA JUEGO STROOP DESCARTADO

En la imagen, el usuario debería decir en voz alta el color de la tinta del texto (en las pruebas algunos jugadores decían “ama ROJO”, dato que es almacenado como un acierto con correcciones).

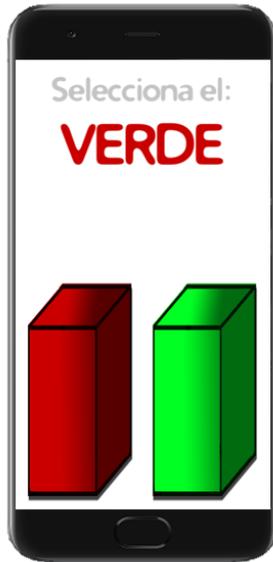
Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	58/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

### 5.9.3 – TEST STROOP: SEGUNDA ITERACIÓN



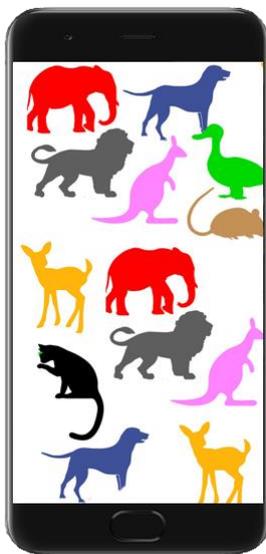
La segunda versión del juego consiste en seleccionar, lo más rápido posible, la figura que corresponde, siendo el tiempo parte de la puntuación obtenida para realizar a posteriori las estadísticas.

Consta de tres fases, igual que la prueba oficial, la primera se muestra el texto con tinta negra, por lo que el jugador seleccionará la figura tintada con el color que dice la palabra; el segundo nivel corresponde a la segunda ficha, donde introducimos palabras con formato “XXX” pero ahora tintadas con un color, que será la figura tintada que tendrá que seleccionar y, por último, la tercera ficha, donde se pone a prueba la capacidad de inhibición del impulso, se muestra la palabra que referencia a un color, pero tintada del color debe marcar como acierto.

FIGURA 43. CAPTURA JUEGO STROOP

En esta versión se añade un sonido y la vibración del dispositivo para notificar al jugador cuando ha cometido un fallo en su elección.

### 5.9.4 – TEST SILUETAS: PRIMERA ITERACIÓN



En este juego se muestra en una pantalla completa la figura de un animal antes de empezar el nivel. Cuando empieza el nivel tenemos una cuenta atrás para marcar las siluetas que se pide buscar.

Cuenta con varias fases que se hacen más complicadas al disminuir el tamaño de las figuras, y por tanto, aumentando la cantidad de elementos que aparecen en la escena.

FIGURA 44. CAPTURA JUEGO SILUETAS

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	59/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

### 5.9.5 – WAKAMOLE: ITERACIÓN



Se añade un prototipo de juego basado en la mecánica del famoso *Whack-a-Mole* o *WAKAMOLE*, donde presentamos unos topos que no trabajan y se pide que al jugador que los aplaste con su martillo. Esta versión pretende mostrar cómo la gamificación, estudiada y planeada con más detalle, se entremezcla con la prueba D2. Este minijuego queda como prototipo funcional, ya que envía las puntuaciones obtenidas que serán utilizadas en líneas futuras de este proyecto.

En este juego se utilizan *Assets* de la tienda de Unity. La idea era modelarlos con Blender, herramienta de modelado 3D, pero no contamos con tiempo suficiente para esta tarea, por lo que se decidió adquirirlos.

FIGURA 45. CAPTURA WAKAMOLE

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	60/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

# CAPÍTULO 7 – CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

## 7.1. CONCLUSIONES

Primeramente, quiero decir que este proyecto, junto al otro TFG del compañero Yeray Afonso, fue seleccionado por la Cátedra de Tecnologías Médicas de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria en la edición 2019, en la Convocatoria de Becas de Formación para la Realización de Trabajo fin de Grado o final de Máster en el ámbito de la Cátedra de Tecnologías Médicas, concretamente en la plaza ofertada para un proyecto de temática abierta.

Por lo que trabajar en este proyecto ha sido una aventura, además de ser el último peldaño para ser reconocida como Ingeniera de Software. Ha sido una oportunidad para realizar un proyecto colaborativo más grande que lo que se alcanza en esta memoria, profundizar en mi conocimiento de C#, Unity y desarrollo de videojuegos.

Además, haber obtenido una de las cuatro becas que ofrecía la Cátedra de Tecnologías Médicas de la ULPGC ha revalorizado mucho más este trabajo, pues nos encontramos con personas interesadas la ejecución de la idea y cotutores del campo específico.

Realizar una arquitectura software, reconocer a tiempo mis errores y rediseñar hasta encontrar una más adecuada, poniendo en práctica los conocimientos logrados durante el estudio del grado de Ingeniería Informática.

Aparte del aprendizaje técnico, admito que ha sido un duro aprendizaje de campo clínico, que ha sido un acercamiento a la inclusión social y a un trastorno que desconocía.

He conseguido realizar una planificación del tiempo, utilizado herramientas como trello para trabajar en pequeñas tareas y asistido a charlas de agilismo que se han realizado durante estos meses en la universidad.

Como anécdota, conocí a Carlos Blé en una de estas charlas, autor del libro TDD en castellano, el cual considero un gurú del desarrollo ágil y la comunicación con los clientes. Mientras escuchaba su charla entendí muchas partes en mi código que no estaban bien y reescribí algunas líneas que generaban dependencias.

En resumen, ha sido una experiencia enriquecedora a nivel personal y profesional. Es un proyecto dotado con cargas emocionales en donde no he dejado nunca de aprender. Agradecer nuevamente a mi compañero Yeray, porque no dudó en llamar cuando me sintió flaquear.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	61/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## 7.2. LÍNEAS FUTURAS

En este apartado se describen las líneas futuras y propuestas de mejoras:

- Compilar una versión iOS, puesto que no se consiguió acceso a un MAC para realizar la compilación.
- Rediseño del arte del menú y pantallas de información y tutorial.
- Dar sugerencias y *feedback* al jugador en cada nivel para mejorar la experiencia de juego, esto requiere estudiar la gamificación.
- Continuar con el desarrollo del juego WakaMole.
- Añadir opción para que aparezcan distractores en los juegos.
- Comparar los resultados con diferentes jugadores y ajustar parámetros.
- Llevar los juegos a centros educativos, ya que no pudo realizarse esta tarea por razones externas.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	62/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

# BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Santana-Amador, Z. (2016). Trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad y ejercicio físico. Tesis doctoral. UIC. Barcelona. <http://hdl.handle.net/10803/398405>
- ❖ Eliana (2016). Tesis universitaria. <https://www.slideshare.net/mocecalu/ppt-tesis-eliana>
- ❖ José A. Muñoz Yunta, Montserrat Palau, Berta Salvadó, Antonio Valls. Neurobiología del TDAH. (Acta 2006). [https://www.acnweb.org/acta/2006\\_22\\_2\\_184.pdf](https://www.acnweb.org/acta/2006_22_2_184.pdf)
- ❖ Delgado, Jennifer. Las cifras del TDAH: ¿Cuántos niños sufren este trastorno en España? Blog. Recuperado el 4 julio 2019. <https://www.etapainfantil.com/cifras-tdah-cuantos-ninos-espana>
- ❖ Ceferino Artilles Hernández; Juan E. Jiménez González. Programas de Innovación Educativa. Orientaciones para el profesorado. Gobierno de Canarias. Disponible en: <http://www.feaadah.org/es/sobre-el-tdah/winarcdoc.php?id=707>
- ❖ Equipo Díde. Blog Díde, 4 abril 2019. Recuperado 7 julio 2019. <http://educaryaprender.es/ignacio-cosido-senado-trastornos-del-aprendizaje-para-evitar-fracaso-escolar-dide/>
- ❖ Equipo Díde. Blog Díde, 13 febrero 2019. Recuperado el 7 julio 2019. <http://educaryaprender.es/herramientas-educativas-ayudan-deteccion-temprana-dificultades-aprendizaje/>
- ❖ Web Nesplora. Recuperado 7 Julio 2019. <https://nesplora.com/vrmind/>
- ❖ Web Sincrolab. Recuperado el 7 julio 2019. <https://www.sincrolab.es/>
- ❖ Web AikiliLabs. Recuperado el 7 julio 2019. <https://www.akiliinteractive.com/>
- ❖ Artículo, Pruebas complementarias al diagnóstico de TDA-H. Recuperado el 3 mayo 2019. <https://www.fundacioncadah.org/web/articulo/pruebas-complementarias-al-diagnostico-de-tda-h.html>
- ❖ Gayte, Pablo Diego, ¿A qué edad se puede diagnosticar el TDAH? Artículo. Recuperado el 8 junio 2019. <http://www.tdahytu.es/a-que-edad-se-puede-diagnosticar-el-tdah/>
- ❖ Web Psicotogether. Recuperado el 11 julio 2019. [www.psicotogether.com](http://www.psicotogether.com)
- ❖ Profs. Marcelo Arancibia Herrera, Héctor Pérez San Martín. Estudios Pedagógicos, N° 28, 2002, pp. 157-164. Recuperado el 2 junio 2019. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07052002000100009](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052002000100009)
- ❖ ¿Qué es? Blog TDAH y tú. Recuperado el 5 mayo 2019. <http://www.tdahytu.es/que-es/>

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez	FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	PÁGINA	63/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

- ❖ June, Laura. IT BEGAN WITH 'SPACEWAR!' A HISTORY OF SCIENCE FICTION IN VIDEO GAMES (20 diciembre 2012). Recuperado el 9 julio 2019. <https://www.theverge.com/2012/12/20/3788608/spacewar-history-of-science-fiction-video-games>
- ❖ Wikipedia, el Ajedrecista. Recuperado el 8 julio 2019. [https://es.wikipedia.org/wiki/El\\_Ajedrecista](https://es.wikipedia.org/wiki/El_Ajedrecista)
- ❖ Wikipedia, Nimrod (videojuego). Recuperado el 8 julio 2019. [https://es.wikipedia.org/wiki/Nimrod\\_\(videojuego\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Nimrod_(videojuego))
- ❖ Wikipedia, Pong. Recuperado el 8 julio 2019 <https://es.wikipedia.org/wiki/Pong>
- ❖ Wikipedia, Generaciones de videoconsolas. Recuperado el 5 julio 2019. [https://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Generaciones\\_de\\_videoconsolas](https://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Generaciones_de_videoconsolas)
- ❖ Brookhaven National Laboratory. The First Video Game? Recuperado el 8 julio 2019. <https://www.bnl.gov/about/history/firstvideo.php>
- ❖ Alberto News, ¿Cuál fue el primer videojuego de la historia? Recuperado el 7 julio 2019. <https://albertonews.com/tecnologia/cual-fue-el-primer-videojuego-de-la-historia/>
- ❖ Wikipedia, PDP-1. Recuperado el 8 de julio 2019. <https://es.wikipedia.org/wiki/PDP-1>
- ❖ Velasco, Juan Jesús. Spacewar!, el videojuego que nació en la cultura hacker del MIT (30 marzo 2019). Recuperado el 8 julio 2019. [https://www.eldiario.es/turing/Spacewar-videojuego-cultura-hacker-MIT\\_0\\_372012796.html](https://www.eldiario.es/turing/Spacewar-videojuego-cultura-hacker-MIT_0_372012796.html)
- ❖ Velasco, Juan Jesús. Historia de la tecnología: Pong, el videojuego que creó una industria (24 agosto 2012). Recuperado el 8 julio 2019. <https://hipertextual.com/2011/08/pong-videojuego-creo-industria>
- ❖ DayoScript, Cómo Nintendo resucitó el videojuego [Primera Parte] | La Leyenda del Videojuego [Episodio 6]. (5 julio 2019). Recuperado el 7 julio 2019). <https://youtu.be/8vAKPKnzwew>
- ❖ García Díaz, José Manuel. Diseño de videojuegos. Género de los videojuegos y clasificación (octubre 2018). Recuperado el 9 julio 2019. [https://drive.google.com/file/d/12ZJc\\_pJD\\_eSN3y0anD3AbhpXL\\_cFaW/view](https://drive.google.com/file/d/12ZJc_pJD_eSN3y0anD3AbhpXL_cFaW/view)
- ❖ García Díaz, José Manuel. Diseño de videojuegos. Interfaces de usuario para videojuegos (octubre 2018). Recuperado el 12 mayo 2019. <https://drive.google.com/file/d/1kVHgbDOWa2P4OAMSHrjvsjTXILu8qCYc/view>
- ❖ Antón Canalís, Luis. Teoría de la diversión. Recuperado el 1 julio 2019. [https://playmedusa.com/slides/experto-universitario/1\\_teor%C3%ADa\\_diversi%C3%B3n/index.html#/5](https://playmedusa.com/slides/experto-universitario/1_teor%C3%ADa_diversi%C3%B3n/index.html#/5)
- ❖ Antón Canalís, Luis. Diseño de juegos. Recuperado el 10 julio 2019. <https://playmedusa.com/slides/experto-universitario/Index/#/>

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	64/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

- ❖ Tienda Assets de Unity3D. Recuperado el 25 mayo 2019  
<https://assetstore.unity.com/packages/templates/whack-a-mole-82155>
- ❖ F111fei, React Native Unity view. GitHub. 7 enero 2019. Recuperado el 20 mayo 2019.  
<https://github.com/f111fei/react-native-unity-view/tree/master/android/src/main/java/com/reactnative/unity/view>
- ❖ Lazzaro, Nicole. The 4 Keys 2 Fun. Recuperado el 8 julio 2019.  
<https://www.nicolelazzaro.com/the4-keys-to-fun/>

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	65/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

# ANEXO

## MANUAL DE USUARIO

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	66/71
				
RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==				

# TDaHpp: App para Android para detección temprana en TDAH

(Parte 2)

## Manual para desarrolladores



CC BY-NC-SA

Versión 12/07/2019

66

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	67/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

## INTRODUCCIÓN

Este documento está dirigido a cualquier desarrollador de aplicaciones móviles que desee integrar el módulo a un proyecto desarrollado bajo el *framework* React Native.

Se añade también el APK para plataforma Android si se quisiera ver cómo funcionan los juegos. Hay que aclarar que la versión APK no guarda ni realiza persistencia de los datos obtenidos al acabar los juegos, por lo que su utilidad se recomienda nada más que para ver el funcionamiento de los minijuegos.

## ENLACE DE DESCARGA DEL PRODUCTO

El producto se encuentra compilado como APK lista para ser instalada en un dispositivo móvil Android y la compilación del Módulo para ser integrado específicamente en su aplicación desarrollada bajo React Native.

### APK

Es la compilación básica para ser instalada directamente en un dispositivo Android. Para esto deberá configurar el dispositivo y con permisos de instalación de aplicaciones de terceros.

Puede descargar directamente desde el siguiente enlace:

### MÓDULO

El módulo del proyecto está preparado para ser compilado junto a una aplicación React Native. Para que funcione correctamente, su aplicación debe estar preparada para recibir y enviar eventos/mensajes en formato JSON. Para configurar la integración revise el apartado [Integración con un proyecto React Native]

Puede descargar directamente desde el repositorio:

<https://github.com/Angeles1/tdahppGames.git>

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	68/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

# INTEGRACIÓN CON PROYECTO REACT-NATIVE

## TIPOS DE MENSAJES

### RECEPCIONES

El módulo está preparado para recibir un mensaje tipo cadena de texto [string] desde la aplicación ReactNative conteniendo el nombre del juego finalizado.

#### Ejemplos

- Ejemplo de mensaje de un usuario que ha finalizado los juegos D2: {d2}
- Ejemplo de mensaje de un usuario que ha finalizado los juegos Stroop y WakaMole: {d2 mole}
- Ejemplo de mensaje de un usuario que ha finalizado los juegos D2, Stroop, Figuras y WakaMole: {d2 stroop figures mole}

### ENVÍOS

El módulo de videojuegos envía los siguientes mensajes tipo cadena de texto, por lo que la aplicación ReactNative debe estar prepara para recibir estos valores.

Devolver el control a la aplicación ReactNative:

Return

Puntuación total juego D2 (ejemplo):

```
[[{d2:[{ level:0, TOTAL: 7,C:0,O :0}]],{ d2:[{ level:1, TOTAL: 11,C:0,O :-6}]],{ d2:[{ level:2, TOTAL: 11,C:0,O :-4}]],{ d2:[{ level:3, TOTAL: 10,C:0,O :-2}]],{ d2:[{ level:4, TOTAL: 6,C:0,O :-1}]],{ d2:[{ level:5, TOTAL: 0,C:0,O :0}]],{ d2:[{ level:6, TOTAL: 0,C:0,O :0}]],{ d2:[{ level:7, TOTAL: 0,C:0,O :0}]],{ d2:[{ level:8, TOTAL: 0,C:0,O :0}]],{ d2:[{ level:9, TOTAL: 0,C:0,O :0}]],{ d2:[{ level:10, TOTAL: 0,C:0,O :0}]],{ d2:[{ level:11, TOTAL: 0,C:0,O :0}]],{ d2:[{ level:12, TOTAL: 0,C:0,O :0}]],{ d2:[{ level:13, TOTAL: 0,C:0,O :0}]}}
```

Puntuación total juego Figuras(ejemplo)::

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	69/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

[{sombras:[{ level:0, TOTAL: 8,TA:5,C :3, TR :3.064999}],{ sombras:[{ level:1, TOTAL: 10,TA:4,C :6, TR :2.939999}],{ sombras:[{ level:2, TOTAL: 10,TA:4,C :6, TR :3.104999}]}}

Puntuación total juego Stroop (ejemplo):

[{stroop:[{ level:0, TOTAL: 8,TA:5,C :3, TR :3.064999}],{stroop:[{ level:1, TOTAL: 10,TA:4,C :6, TR :2.939999}],{stroop:[{ level:2, TOTAL: 10,TA:4,C :6, TR :3.104999}]}}

Puntuación total juego WakaMole (ejemplo):

[{Mole:[{ level:0, TOTAL: 7,C:0,O :0}],{Mole:[{ level:1, TOTAL: 11,C:0,O :-6}],{Mole:[{ level:2, TOTAL: 11,C:0,O :-4}],{Mole:[{ level:3, TOTAL: 10,C:0,O :-2}],{Mole:[{ level:4, TOTAL: 6,C:0,O :-1}],{Mole:[{ level:5, TOTAL: 0,C:0,O :0}],{Mole:[{ level:6, TOTAL: 0,C:0,O :0}],{Mole:[{ level:7, TOTAL: 0,C:0,O :0}],{Mole:[{ level:8, TOTAL: 0,C:0,O :0}],{Mole:[{ level:9, TOTAL: 0,C:0,O :0}],{Mole:[{ level:10, TOTAL: 0,C:0,O :0}],{Mole:[{ level:11, TOTAL: 0,C:0,O :0}],{Mole:[{ level:12, TOTAL: 0,C:0,O :0}],{Mole:[{ level:13, TOTAL: 0,C:0,O :0}]}}

## COMPATIBILIDAD

Android

Versión mínima 4.1.x(API 16).

Version recomendada 8 (API 26).

iOs

Versión mínima 6.

## LICENCIA

Este producto ha sido desarrollado por María Ángeles Fuentes Expósito como Trabajo Final de Título de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, con la colaboración de La Cátedra de Tecnologías Médicas de la ULPGC, el Grupo de investigación Tecnología Social y Hospital La Paloma.

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	70/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==

El uso de este software requiere que su autora y el proyecto sea nombrado.  
El uso que haga de este software será bajo su propia responsabilidad.

Licencia creativecommons: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

## CONTACTO Y REPORTES

Para cualquier duda o sugerencia puede contactar con la desarrolladora de este producto  
vía correo electrónico. [angeles.fuent.exp@gmail.com](mailto:angeles.fuent.exp@gmail.com)

Código Seguro de verificación:RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://www.laspalmasgc.es/es/online/sede-electronica/codigo-seguro-de-verificacion>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Maria Beatriz Correas Suarez		FECHA	12/07/2019
ID. FIRMA	afirma.redsara.es	RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==	PÁGINA	71/71



RT+4PSwLPBoXmuluAXi9aw==