



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Brain Trainer: Desarrollo de una aplicación móvil para
mejorar el rendimiento cognitivo

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

AUTOR/A: Raga Català, Andreu

Tutor/a: Andrés Martínez, David de

CURSO ACADÉMICO: 2024/2025

Índice de contenidos

1	Introducción	5
1.1	Motivación	5
1.2	Objetivos	6
1.3	Impacto esperado	6
1.4	Metodología	6
1.5	Estructura	7
2	Estado del arte	10
2.1	Lumosity	10
2.2	BrainHQ	12
2.3	Elevate	14
2.4	Comparación de las aplicaciones analizadas	16
2.5	Propuesta	18
3	Especificación de requisitos	19
3.1	Actores	19
3.2	Casos de uso de inicio de la aplicación	19
3.3	Casos de uso de navegación por la aplicación	20
3.4	Casos de uso de configuración	21
4	Diseño	23
4.1	Diagrama de clases	23
4.2	Prototipos de pantallas	25
5	Implementación	33
5.1	Tecnología empleada	33
5.1.1	Android Studio	33
5.1.2	Kotlin	34
5.1.3	Jetpack Compose	34
5.1.4	Firebase	35
5.1.5	Google Play Services	35
5.1.6	Credential Manager	36
5.1.7	Hilt	36
5.1.8	GitHub	36
5.2	Arquitectura de la aplicación	37
5.2.1	Capas de la arquitectura	37
5.2.2	Estructura del proyecto	38
5.3	Diagrama de la aplicación	39
5.4	Gestión de datos	40
5.4.1	Autenticación	40

5.4.2	Organización de la base de datos Firestore.....	42
5.4.3	Acceso a datos	45
6	Resultados.....	46
6.1	Capturas de pantalla del MVP de la aplicación	46
6.2	Pruebas de calidad	53
6.2.1	Experiencia visual.....	53
6.2.2	Funcionalidad	53
6.2.3	Rendimiento y estabilidad.....	54
6.2.4	Privacidad y seguridad	54
6.2.5	Google Play.....	55
6.3	Pruebas de usabilidad	55
6.3.1	Definición de las pruebas	56
6.3.2	Resultados de las pruebas	57
7	Conclusiones y trabajo futuro.....	63
7.1	Conclusiones	63
7.2	Trabajo futuro	64
8	Bibliografía.....	66
9	Anexos	68
9.1	Descripciones de casos de uso	68
9.1.1	Casos de uso de inicio de la aplicación	68
9.1.2	Casos de uso de navegación por la aplicación	70
9.1.3	Casos de uso de configuración.....	72
9.2	Tablas de las pruebas de calidad.....	76
9.3	Guion de las pruebas de usabilidad	86
9.4	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	88

Índice de imágenes

Imagen 1. Logo de Luminosity	10
Imagen 2. Categorías en las que se dividen los distintos juegos en Luminosity	11
Imagen 3. Logo de BrainHQ	12
Imagen 4. Algunas categorías en las que se dividen los distintos juegos en BrainHQ	13
Imagen 5. Pantalla que explica para qué sirve la suscripción	13
Imagen 6. Logo de Elevate.....	14
Imagen 7. Pantallas de estadísticas	15
Imagen 8. Pantalla de logros	16
Imagen 9. Diagrama de casos de uso de inicio de la aplicación	20
Imagen 10. Diagrama de casos de uso de navegación por la aplicación	21
Imagen 11. Diagrama de casos de uso de configuración	22
Imagen 12. Diagrama de clases de la aplicación.....	23
Imagen 13. Mockup de la pantalla de inicio	25
Imagen 14. Mockups de las pantallas de registro con Google.....	26
Imagen 15. Mockup de la pantalla de recuperación de cuenta	27
Imagen 16. Mockup de la pantalla de ver juegos.....	28
Imagen 17. Mockups de las pantallas de jugar a un juego	28
Imagen 18. Mockups de las pantallas de estadísticas	29
Imagen 19. Mockup de la pantalla de configuración	30
Imagen 20. Mockups de las pantallas de perfil de usuario	30
Imagen 21. Mockup de la pantalla de sonido	31
Imagen 22. Mockups de los popups de “Borrar cuenta” (9) y “Cerrar sesión” (10).....	31
Imagen 23. Estructura de Brain Trainer.....	39
Imagen 24. Diagrama que sigue la Clean Architecture	40
Imagen 25. Función googleOneTapSignIn()	41
Imagen 26. Función reauthenticateAndDeleteUser()	42
Imagen 27. Colección “categories”	43
Imagen 28. Subcolección “games”	43
Imagen 29. Colección “users”	44
Imagen 30. Subcolección “scores”	44
Imagen 31. Función saveScore() utilizando la función de escritura set()	45
Imagen 32. Pantalla de autenticación o inicio de sesión.....	46
Imagen 33. Pantalla de juegos	47
Imagen 34. Pantalla de instrucciones.....	48
Imagen 35. Pantalla del juego seleccionado	49
Imagen 36. Pantalla de fin del juego	50
Imagen 37. Pantalla de estadísticas generales (izquierda) y por juego (derecha)	51
Imagen 38. Pantalla de configuración	52
Imagen 39. Proceso de reautenticación	52
Imagen 40. Estadísticas de la métrica Facilidad de uso	58
Imagen 41. Estadísticas de la métrica Diseño y estética	59
Imagen 42. Estadísticas de la métrica Funcionalidad	60

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación de las aplicaciones analizadas.....	16
Tabla 2. Descripción de los actores	19
Tabla 3. Atributos de la clase Usuario.....	24
Tabla 4. Atributos de la clase Configuracion	24
Tabla 5. Atributos de la clase Categoria.....	24
Tabla 6. Atributos de la clase Juego	24
Tabla 7. Atributos de la clase Puntuacion	25
Tabla 8. CU01: Registrar usuario.....	68
Tabla 9. CU02: Iniciar sesión	69
Tabla 10. CU03: Ver juegos.....	70
Tabla 11. CU04: Jugar a un juego	70
Tabla 12. CU05: Ver seguimiento del progreso.....	71
Tabla 13. CU06: Ver configuración	72
Tabla 14. CU07: Editar información del perfil.....	72
Tabla 15. CU08: Configurar volumen de la música y los efectos de sonido	73
Tabla 16. CU09: Borrar cuenta	74
Tabla 17. CU10: Cerrar sesión	74
Tabla 18. Pruebas de experiencia visual	76
Tabla 19. Pruebas de funcionalidad.....	79
Tabla 20. Pruebas de rendimiento y estabilidad	80
Tabla 21. Pruebas de privacidad y seguridad	81
Tabla 22. Pruebas de Google Play	84

1 Introducción

Las habilidades mentales fundamentales que intervienen en nuestra vida cotidiana son diversas, abarcando desde la capacidad de percibir y prestar atención hasta el proceso de aprendizaje, pensamiento, toma de decisiones y comunicación. Estas funciones cognitivas son esenciales para llevar a cabo una amplia gama de tareas a lo largo de nuestro tiempo de vida, desde las relativamente simples hasta las más complejas, como lavarse los dientes, navegar en Internet, leer un libro o recordar las actividades que tenemos que hacer en un día en concreto.

Sin embargo, “diversos factores como el envejecimiento, las enfermedades neurodegenerativas o las dificultades de aprendizaje pueden afectar negativamente estas funciones cognitivas” [1], limitando así el pleno desarrollo y la calidad de vida de las personas.

Por ejemplo, la capacidad de concentración puede disminuir, lo que afecta a la capacidad de retención de información. Esta disminución puede deberse al cansancio o el aburrimiento. Aunque, también puede ser causada por enfermedades psicológicas.

El envejecimiento es otro factor que puede influir en nuestras habilidades cognitivas, pues a medida que nos vamos haciendo más mayores, vamos perdiendo parte de nuestra función cognitiva. Esto es lo que se conoce como “deterioro de la memoria asociado a la edad” [2], que suele deberse como consecuencia del proceso natural de envejecimiento y no necesariamente del desarrollo de un trastorno. Este deterioro puede manifestarse en dificultades para aprender nuevas habilidades o recordar información reciente, como nombres de personas.

1.1 Motivación

Existe la creencia de que mantener el cerebro activo durante el proceso de envejecimiento puede ayudar a contrarrestar el desarrollo de este deterioro de la memoria y otras capacidades cognitivas relacionadas con la edad. Esto puede incluir la realización de actividades de estimulación intelectual, como hacer crucigramas u otros rompecabezas, mantener interacciones sociales, como ver a los amigos y familiares o apuntarse a un club social, y practicar el entrenamiento de la memoria, que puede ser tan simple como observar el entorno que te rodea y anotar y visualizar los detalles.

En este contexto, surge la necesidad de encontrar soluciones innovadoras que ayuden a mejorar y mantener el rendimiento cognitivo a lo largo de la vida.

El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) se enmarca en esta búsqueda, centrándose en el diseño y desarrollo de una solución al problema anteriormente mencionado en forma de una aplicación móvil orientada a potenciar diversas funciones cognitivas, tales como la memoria, la atención, la velocidad de procesamiento y la flexibilidad mental.

Esta iniciativa busca aprovechar la tecnología para ofrecer una herramienta accesible y efectiva para el entrenamiento cognitivo reconociendo la creciente prevalencia de dispositivos móviles y su accesibilidad en prácticamente todos los sectores de la población, especialmente entre la población adulta y de la tercera edad.

1.2 Objetivos

El principal objetivo de este TFG es crear una herramienta que influya positivamente en el rendimiento cognitivo de la población general, con especial atención en adultos mayores y personas con dificultades de aprendizaje. Específicamente, se busca diseñar una aplicación móvil que ofrezca una variedad de juegos y actividades diseñadas específicamente para estimular diferentes áreas del cerebro, brindando así un enfoque integral para el entrenamiento cognitivo.

1.3 Impacto esperado

Se espera que la aplicación desarrollada en este TFG tenga un impacto significativo en la vida de los usuarios, mejorando su capacidad para enfrentar los desafíos cognitivos del día a día y contribuyendo a su bienestar general. Al proporcionar ejercicios personalizados, seguimiento del progreso y retroalimentación constante, se espera que la aplicación motive a los usuarios a comprometerse con su entrenamiento cognitivo de manera regular y consistente.

1.4 Metodología

Para el desarrollo de la aplicación móvil, se adoptará una metodología ágil para garantizar una gestión eficiente del proyecto y una entrega continua de valor. En este caso, se optará por una combinación de Scrum y Kanban [3], aprovechando lo mejor de ambos enfoques para adaptarse mejor a las necesidades específicas del proyecto.

En cuanto a la planificación, se dividirá el proyecto en *sprints*, que son “entregas regulares y parciales del producto final” [4]. Estos tendrán una duración de aproximadamente 3 a 4 semanas, lo que permite un progreso significativo mientras se mantiene la flexibilidad para adaptarse a los cambios y ajustes necesarios.

Cada *sprint* comenzará con una selección de las tareas del *backlog* del proyecto que se abordarán durante ese período. Estas tareas se dividirán en unidades más pequeñas y manejables en caso de que se consideren que son demasiado grandes, lo que facilitará su seguimiento y progreso durante el *sprint*.

Al final de cada *sprint*, se realizará una revisión del trabajo completado. Esto permitirá realizar los ajustes y refinamientos necesarios.

Además, se utilizará un tablero Kanban para visualizar el flujo de trabajo y gestionar las tareas de manera eficiente. Este tablero Kanban incluirá columnas que representan diferentes etapas del proceso de desarrollo, como, por ejemplo: “Backlog”, “Para hacer”, “En progreso”, “Revisión” y “Completado”.

En resumen, mediante la combinación de Scrum y Kanban, se espera lograr un equilibrio entre la estructura y la flexibilidad necesarias para llevar a cabo con éxito el desarrollo de la aplicación móvil de entrenamiento cognitivo, garantizando al mismo tiempo la entrega continua de valor y la adaptación a los cambios en los requisitos del proyecto.

1.5 Estructura

La estructura de este TFG se organiza en varias secciones que abordan diferentes aspectos del proceso de desarrollo de la aplicación móvil. A continuación, se presenta el contenido de las próximas secciones:

1. **Estado del arte:** Se centra en el análisis de aplicaciones móviles existentes para el entrenamiento cognitivo. Se examinan en detalle tres aplicaciones populares: *Lumosity*, *BrainHQ* y *Elevate*, describiendo sus principales funcionalidades, características y modelos de negocio. Se realiza una comparación entre estas aplicaciones, destacando sus similitudes y diferencias en aspectos como la variedad de juegos, el seguimiento del progreso, la interfaz de usuario y el acceso a las funcionalidades. A partir de este análisis, se identifican las funcionalidades esenciales que debe incorporar la solución propuesta, así como las áreas de mejora y las consideraciones para el diseño de la aplicación *Brain Trainer*. Finalmente, se presenta una propuesta que define las características principales de la aplicación.
2. **Especificación de requisitos:** Se definen las características y funcionalidades esenciales que debe incorporar la aplicación. Se identifican los actores que interactúan con el sistema. Se describen y detallan los casos de uso que representan las funcionalidades clave de la aplicación, organizados en tres categorías principales: inicio de la aplicación, navegación por la aplicación y configuración.

3. **Diseño:** Se centra en la estructura y la interfaz de usuario de la aplicación. Se presenta el diagrama de clases, que ilustra las clases principales del sistema, sus atributos y las relaciones entre ellas, proporcionando una visión general del modelo de datos y la lógica del negocio. Se describen las clases principales, detallando sus atributos y funciones dentro del sistema. Además, se incluyen prototipos de las pantallas principales de la aplicación, mostrando la distribución de los elementos, la navegación entre pantallas y la interacción esperada del usuario.
4. **Implementación:** Detalla el proceso de desarrollo de la aplicación, abarcando las tecnologías empleadas, la arquitectura de software y la gestión de datos. Se describen las herramientas utilizadas, justificando su elección en base a sus beneficios para el proyecto. Se explica la arquitectura de la aplicación, basada en los principios de *Clean Architecture*, con sus dos capas principales: la capa de la interfaz de usuario (IU) y la capa de datos. Se detalla la estructura del proyecto, organizada en módulos para reflejar la separación de responsabilidades. Se presenta un diagrama visual que ilustra la arquitectura de la aplicación y las tecnologías empleadas. Finalmente, se describe la gestión de datos, incluyendo la autenticación de usuarios, la organización de la base de datos y el acceso a los datos desde la aplicación.
5. **Resultados:** Presenta los resultados del desarrollo y las pruebas de la aplicación. Se incluyen capturas de pantalla del MVP, mostrando la interfaz de usuario final y las principales funcionalidades de la aplicación. Se describen las pruebas de calidad realizadas y se detallan los resultados de cada prueba, identificando las áreas de mejora y las soluciones implementadas. Se presenta el proceso de pruebas de usabilidad, incluyendo la metodología, los participantes, las tareas, las métricas y los resultados obtenidos. Se analizan las valoraciones de los usuarios en cuanto a la facilidad de uso, el diseño y la estética, y la funcionalidad de la aplicación. Se describen los problemas de usabilidad encontrados y los cambios realizados para solucionarlos. Finalmente, se proponen recomendaciones para futuras mejoras, basadas en el *feedback* de los usuarios.
6. **Conclusiones y trabajo futuro:** Presenta las conclusiones del proyecto y las perspectivas de futuro para la aplicación. Se resumen los logros alcanzados, se reflexiona sobre los desafíos superados durante el proceso de desarrollo y se describen los aprendizajes obtenidos a nivel profesional y personal. También, se exploran las posibilidades de trabajo futuro, proponiendo mejoras y ampliaciones para la aplicación, y se discuten las funcionalidades que se desaconseja implementar para mantener el enfoque en el objetivo principal de la aplicación.

Finalmente, se resume el potencial de *Brain Trainer* como herramienta eficaz y atractiva para el entrenamiento cognitivo.

7. Anexos:

- 7.1. **Descripciones de casos de uso:** Proporciona una especificación detallada de los casos de uso identificados en el apartado 3, "Especificación de requisitos". Se presenta una tabla para cada caso de uso, incluyendo información sobre los actores involucrados, las precondiciones, las relaciones con otros casos de uso, el escenario principal de interacción y las posibles alternativas o excepciones.
- 7.2. **Tablas de las pruebas de calidad:** Presenta los resultados detallados de las pruebas de calidad realizadas a la aplicación. Se incluyen tablas que organizan las pruebas según las categorías de evaluación definidas en el apartado 6, "Resultados". Cada tabla describe las pruebas realizadas, los criterios de evaluación y los resultados obtenidos, indicando si la aplicación supera o no cada prueba.
- 7.3. **Guion de las pruebas de usabilidad:** Presenta el guion utilizado para guiar a los participantes durante las pruebas de usabilidad de la aplicación. Se describe el objetivo de las pruebas, se detallan las tareas que los participantes deben realizar y se especifican las acciones que los participantes deben llevar a cabo en cada tarea y los elementos de la interfaz de usuario con los que deben interactuar.
- 7.4. **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):** Analiza la relación del TFG con los ODS, estableciendo el grado de relación con cada uno de ellos. Se presenta una tabla que resume la conexión de la aplicación *Brain Trainer* con los 17 ODS, identificando aquellos con los que tiene una relación alta, media, baja o nula. Se profundiza en la relación con los ODS más relevantes, explicando cómo la aplicación contribuye a su logro.

2 Estado del arte

En la búsqueda de soluciones para contrarrestar los desafíos cognitivos asociados al envejecimiento y otras dificultades, se ha observado una amplia gama de aplicaciones móviles existentes que abordan estas problemáticas de manera innovadora. A continuación, se procederá a enumerar y explicar las principales funcionalidades y características de tres de las aplicaciones de entrenamiento cognitivo más conocidas: Luminosity, BrainHQ y Elevate. Cada una cuenta con más de 10 millones de descargas en la Google Play Store.

2.1 Lumosity



Imagen 1. Logo de Lumosity

Sitio web: luminosity.com

Descripción: Lumosity (Imagen 1) ofrece juegos y ejercicios diseñados por neurocientíficos para mejorar la función cerebral [5]. Con más de 100 millones de usuarios en todo el mundo, Lumosity se enfoca en entrenar la memoria, la atención y otras habilidades cognitivas clave de manera divertida y efectiva. La plataforma utiliza la neurociencia para desarrollar juegos personalizados que se adaptan al nivel de habilidad de cada usuario, brindando así una experiencia de entrenamiento cognitivo única y efectiva. Con estadísticas detalladas y seguimiento del progreso, Lumosity permite a los usuarios evaluar su rendimiento y seguir su mejora a lo largo del tiempo.

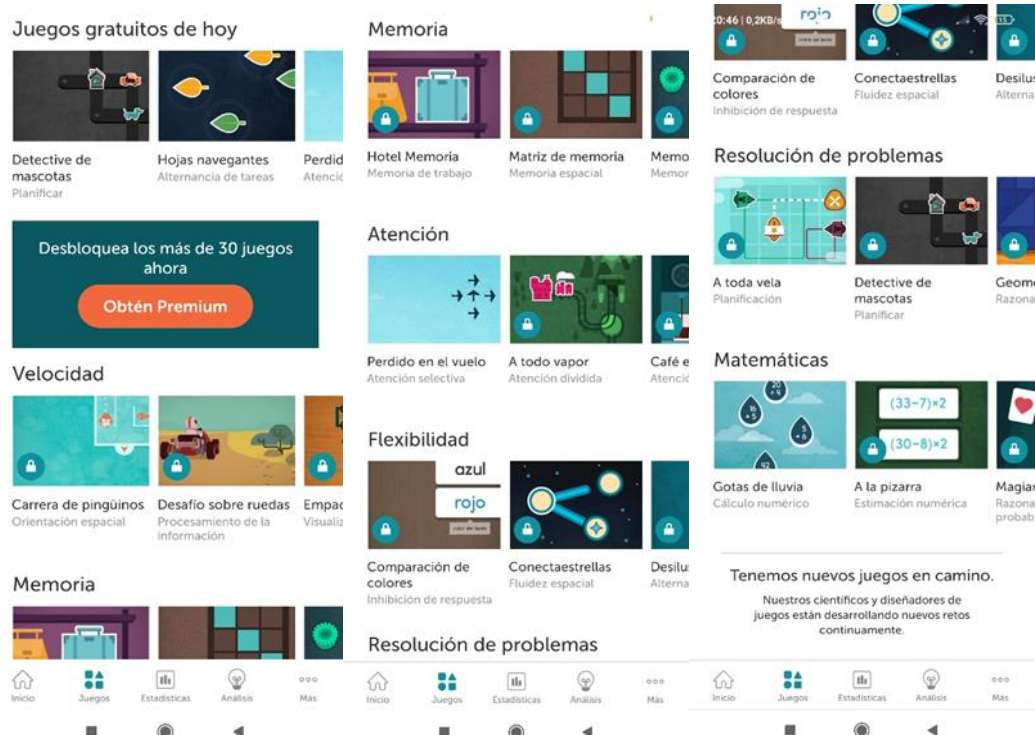


Imagen 2. Categorías en las que se dividen los distintos juegos en Luminosity

Lumosity, como se muestra en la Imagen 2, cuenta con una amplia gama de juegos y ejercicios diseñados para mejorar diversas áreas cognitivas, incluyendo velocidad, memoria, atención, flexibilidad mental y resolución de problemas. También ofrece ejercicios matemáticos para aquellos que desean mejorar sus habilidades numéricas.

Ofrece una versión gratuita con características limitadas, así como una versión Premium que tiene un costo de 59,95 € para la suscripción anual (equivalente a 5 € al mes) y 11,95 € para la mensual. Esta versión Premium desbloquea todas las funcionalidades y juegos disponibles.

En cuanto a otras funcionalidades, Luminosity permite a los usuarios registrarse utilizando sus cuentas de Facebook o Google, simplificando el proceso de creación de una nueva cuenta. Sin embargo, algunos usuarios han señalado que la aplicación solicita información adicional durante el registro, como detalles sobre educación, ocupación y cómo descubrieron la aplicación, lo que podría considerarse intrusivo para algunos.

Otra funcionalidad es el seguimiento del progreso y estadísticas detalladas que permiten a los usuarios evaluar su rendimiento a lo largo del tiempo, incluyendo información sobre el rendimiento en diferentes categorías de juegos.

Además, Lumosity puede enviar notificaciones y recordatorios a los usuarios para mantenerlos comprometidos con su entrenamiento cognitivo, incluyendo recordatorios para completar ejercicios diarios o revisar el progreso en las estadísticas.

Por último, destaca por su interfaz amigable y fácil de usar, facilitando la navegación por la aplicación y el acceso rápido a los juegos y ejercicios disponibles.

2.2 BrainHQ

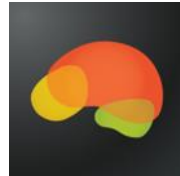


Imagen 3. Logo de BrainHQ

Sitio web: brainhq.com

Descripción: BrainHQ (Imagen 3) es un programa de entrenamiento cerebral en línea diseñado para mejorar la función cognitiva y la salud del cerebro. Utilizando ejercicios científicamente probados, BrainHQ ofrece una variedad de actividades diseñadas para fortalecer la memoria, la atención, la velocidad de procesamiento y otras habilidades cognitivas importantes. Los ejercicios se adaptan al nivel de habilidad de cada usuario y se centran en desafíos específicos para proporcionar un entrenamiento personalizado y efectivo. BrainHQ está respaldado por investigaciones y ha sido desarrollado por un equipo de neurocientíficos líderes en el campo [6].



Imagen 4. Algunas categorías en las que se dividen los distintos juegos en BrainHQ

BrainHQ, como se muestra en la Imagen 4, también proporciona una amplia gama de juegos diseñados para mejorar la atención, velocidad de procesamiento, memoria, habilidades sociales, inteligencia y orientación.



Imagen 5. Pantalla que explica para qué sirve la suscripción

Proporciona un ejercicio diario de forma gratuita, pero para acceder a todos los juegos y ejercicios disponibles, es necesario suscribirse mensualmente por 14 \$ o anualmente por 96 \$, como se puede ver en la Imagen 5.

BrainHQ ofrece, de forma parecida a Luminosity, funcionalidades adicionales como estadísticas detalladas del progreso de los usuarios en cada uno de los juegos y ejercicios, y la opción de configurar recordatorios personalizados. Además, también se destaca por su interfaz intuitiva y amigable, diseñada para ser fácil de usar para usuarios de todas las edades y niveles de habilidad.

2.3 Elevate



Imagen 6. Logo de Elevate

Sitio web: elevateapp.com

Descripción: Elevate (Imagen 6) es una aplicación móvil que ofrece juegos y ejercicios diseñados para mejorar habilidades cognitivas clave, como la escritura, la expresión oral, la memoria, la comprensión lectora y la capacidad matemática. Los usuarios pueden personalizar su entrenamiento según sus objetivos específicos y niveles de habilidad, y la aplicación ajusta automáticamente la dificultad de los juegos para adaptarse al progreso individual. Además, la aplicación ofrece seguimiento y análisis del progreso del usuario para ayudar a mantener la motivación y mejorar continuamente.

Elevate, al igual que las aplicaciones anteriores, ofrece una amplia gama de juegos diseñados para mejorar habilidades como la escritura, la expresión oral, la lectura, habilidades matemáticas y la memoria. Cuenta con una versión gratuita con anuncios, y para desbloquear todos los juegos y funcionalidades disponibles, se requiere la compra de una suscripción Premium por 10,99 € al mes, 37,99 € al año o 349,99 € para toda la vida.

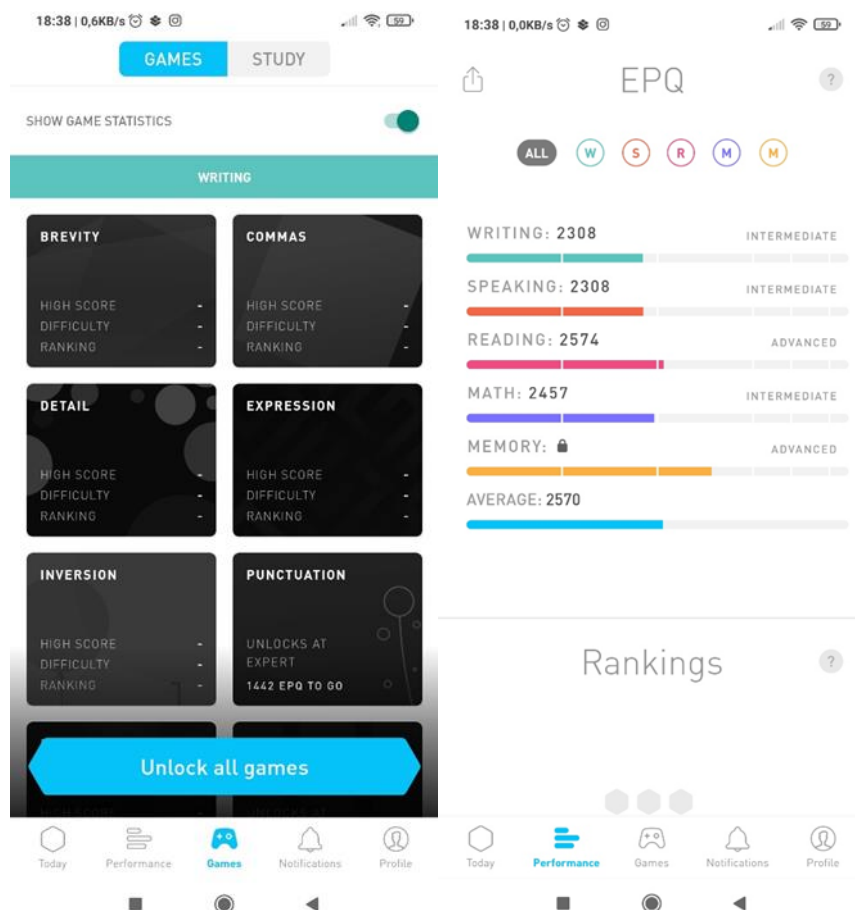


Imagen 7. Pantallas de estadísticas

También ofrece funcionalidades como la opción de recibir notificaciones personalizadas para recordar a los usuarios que completen sus entrenamientos diarios o para informarles sobre nuevos desafíos y logros disponibles, y, como se aprecia en la Imagen 7, la opción de ver las estadísticas de rendimiento para cada juego y área de habilidad.

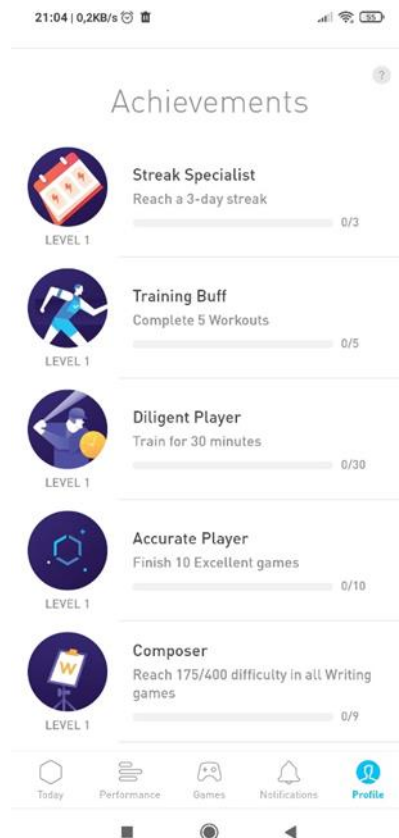


Imagen 8. Pantalla de logros

Por último, Elevate motiva a los usuarios a alcanzar sus metas mediante la inclusión de sistemas de logros y desafíos, como se puede ver en la Imagen 8. Los usuarios pueden desbloquear logros al completar ciertas tareas o alcanzar ciertos hitos, y compartir a través de diversas redes sociales una imagen con los logros desbloqueados.

2.4 Comparación de las aplicaciones analizadas

En esta sección, compararemos las distintas aplicaciones en función de las características mencionadas anteriormente, ya sea porque son esenciales para que la aplicación cumpla con su propósito, porque se consideran importantes o simplemente porque pueden resultar interesantes.

Tabla 1. Comparación de las aplicaciones analizadas

Funcionalidades	Luminosity	BrainHQ	Elevate
Juegos de entrenamiento cognitivo	Sí	Sí	Sí
Pagar para desbloquear la funcionalidad completa	Sí	Sí	Sí
Seguimiento del progreso, estadísticas	Sí	Sí	Sí

Iniciar sesión	Sí	Sí	Sí
Logros y desafíos	No	No	Sí
Compartir logros	No	No	Sí
Interfaz intuitiva	Sí	Sí	Sí
Notificaciones y recordatorios	Sí	Sí	Sí

A partir de la Tabla 1 se puede llegar a la conclusión de que la solución propuesta debería contar con una variedad de juegos de entrenamiento cognitivo, pues esta es la funcionalidad central de la aplicación y es esencial para ofrecer una experiencia de entrenamiento cognitivo completa.

Otras funcionalidades que se podrían considerar como imprescindibles serían el seguimiento del progreso, las estadísticas, y un sistema de registro de usuarios y de inicio de sesión. Además, sería necesario contar con una interfaz intuitiva y fácil de usar.

Como funcionalidades interesantes que se podrían incluir estaría un sistema de logros a conseguir y desafíos a superar, y un sistema de envío de notificaciones y recordatorios.

Respecto a la parte de compartir logros, no sería imprescindible y puede que se deje fuera del proyecto, pero puede ser una característica interesante para aquellos que deseen compartir sus logros con amigos o por redes sociales.

Por último, a pesar de que las soluciones actuales ofrecen una variedad de juegos que abordan aspectos esenciales del entrenamiento cognitivo y cuentan con otras funcionalidades complementarias, como el seguimiento del progreso, las estadísticas, el envío de notificaciones y recordatorios, así como la obtención de logros, entre otros, surge un pequeño inconveniente. Este radica en el modelo de negocio mencionado anteriormente, que se emplea para obtener beneficios de la aplicación.

Este modelo implica ofrecer al usuario una suscripción, ya sea mensual o anual, para desbloquear todas las funcionalidades que ofrece la aplicación en cuestión. La preocupación radica en que la mayoría de las funcionalidades que se deben desbloquear son los juegos y actividades destinados a desarrollar las diversas áreas del cerebro. Esto podría limitar potencialmente la efectividad de los usuarios para aprovechar al máximo los diversos ejercicios, ya que el tener que pagar por estos podría ser una barrera para aquellos que no pueden permitirse pagar esas cantidades. En estos casos, la aplicación no cumpliría completamente su supuesto objetivo de ejercitar el cerebro.

2.5 Propuesta

Considerando las funcionalidades y críticas de las aplicaciones previamente analizadas, la solución propuesta contará, naturalmente, con una diversidad inicial de juegos, con la posibilidad de ampliarla con el tiempo. Es decir, se planifica desarrollar la aplicación de manera que sea fácil incorporar nuevas funcionalidades, juegos y actividades con el tiempo.

Además, se prevé la inclusión de un sistema de seguimiento del progreso y visualización de estadísticas, permitiendo a los usuarios evaluar su rendimiento en los diversos juegos.

Asimismo, se contempla la implementación de un sistema de registro e inicio de sesión con Google para facilitar la creación de cuentas de usuario, con la posibilidad de extenderlo a otras plataformas como Facebook. Se evitará solicitar a los usuarios información irrelevante durante este proceso.

Siguiendo la línea de las otras aplicaciones, se asegurará una interfaz intuitiva y de fácil uso, facilitando la navegación y el acceso rápido a los juegos y ejercicios disponibles.

En caso de disponibilidad de tiempo, se considerará la inclusión de un sistema de logros y desafíos para fomentar un sentimiento de superación entre los usuarios, así como un sistema de envío de notificaciones y recordatorios para mantenerlos comprometidos con su entrenamiento cognitivo.

Por último, a diferencia de las aplicaciones analizadas, se optará por un modelo de negocio basado en anuncios que no resulte intrusivo para los usuarios, asegurando así un acceso completo a las características de la aplicación desde el inicio. De esta manera, se garantiza que aquellos que no puedan costear una suscripción mensual o anual puedan aprovechar al máximo la aplicación propuesta.

3 Especificación de requisitos

La especificación de requisitos define las características y funcionalidades clave que serán desarrolladas e implementadas en la aplicación móvil de entrenamiento cognitivo. Estos requisitos están diseñados para cumplir con los objetivos del proyecto, centrados en mejorar y mantener el rendimiento cognitivo de los usuarios.

El objetivo principal de esta especificación de requisitos es establecer una base sólida para el diseño e implementación de la aplicación, asegurando que se cumplan las expectativas y necesidades de los usuarios, especialmente aquellos adultos mayores y personas con dificultades de aprendizaje que buscan mejorar sus habilidades cognitivas de manera accesible y efectiva.

Las características del sistema se presentarán a través de casos de uso, “que describen las interacciones entre los actores y el sistema” [7]. Los casos de uso representan las funcionalidades clave que la aplicación móvil de entrenamiento cognitivo debe proporcionar a sus usuarios.

3.1 Actores

En esta subsección se describen los actores que interactúan con el sistema. Un actor representa cualquier entidad externa que interactúa con el sistema, incluyendo usuarios humanos y otros sistemas. Para la aplicación de entrenamiento cognitivo, se identifican los siguientes actores principales:

Tabla 2. Descripción de los actores

Actor	Descripción
Usuario no autenticado	Cualquier persona que interactúa con la aplicación sin haber iniciado sesión. Solo tienen acceso a las funcionalidades de inicio de sesión y de registro.
Usuario autenticado	Usuario que ha iniciado sesión en la aplicación. Tiene acceso a todas las funcionalidades disponibles de la aplicación.

3.2 Casos de uso de inicio de la aplicación

En la Imagen 9 se presentan los casos de uso relacionados con la pantalla de inicio de la aplicación. Estos casos de uso permitirán que los usuarios no autenticados se autenticuen para que así puedan acceder al resto de las funcionalidades de la aplicación.

- **CU01: Registrar usuario** (Ver Tabla 8)
 - Permite a un nuevo usuario crear una cuenta en la aplicación proporcionando la información necesaria como nombre, correo electrónico y contraseña.
- **CU02: Iniciar sesión** (Ver Tabla 9)
 - Permite a un usuario existente iniciar sesión en la aplicación utilizando sus credenciales previamente registradas.

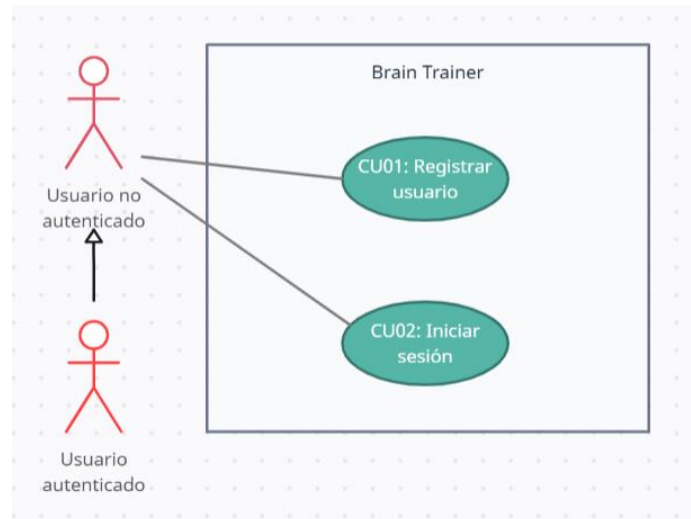


Imagen 9. Diagrama de casos de uso de inicio de la aplicación

3.3 Casos de uso de navegación por la aplicación

En la imagen 10 se muestran los casos de uso relacionados con la navegación y funcionalidades principales de la aplicación. Estos casos de uso están disponibles únicamente para los usuarios autenticados.

- **CU03: Ver juegos** (Ver Tabla 10)
 - Permite al usuario autenticado ver las diferentes categorías de entrenamiento y los juegos disponibles en cada una de ellas.
- **CU04: Jugar a un juego** (Ver Tabla 11)
 - Permite al usuario autenticado seleccionar y jugar a un juego de entrenamiento cognitivo, siguiendo las instrucciones y recibiendo retroalimentación sobre su rendimiento.
- **CU05: Ver seguimiento del progreso** (Ver Tabla 12)
 - Permite al usuario autenticado revisar su progreso y estadísticas de entrenamiento cognitivo, comparando su rendimiento actual con los resultados anteriores.

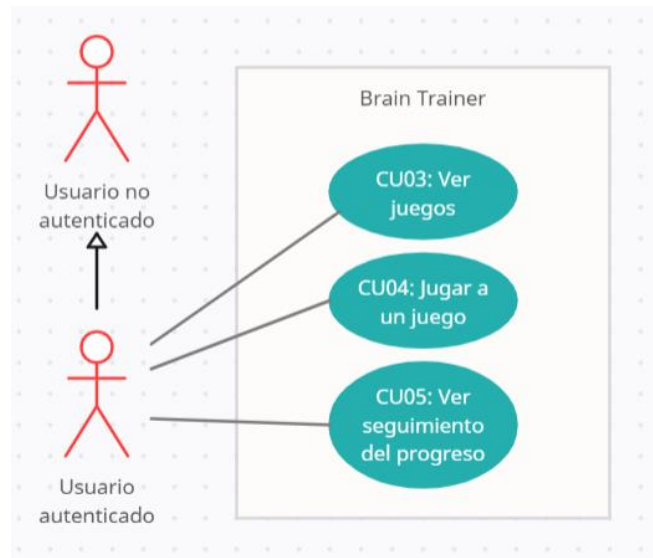


Imagen 10. Diagrama de casos de uso de navegación por la aplicación

3.4 Casos de uso de configuración

En la imagen 11 se exponen los casos de uso relacionados con la configuración de la aplicación, permitiendo a los usuarios personalizar diferentes aspectos de su experiencia de usuario.

- **CU06: Ver configuración** (Ver Tabla 13)
 - Permite al usuario autenticado acceder a las opciones de configuración de la aplicación.
- **CU07: Editar información del perfil** (Ver Tabla 14)
 - Permite al usuario autenticado modificar su información personal, como nombre, correo electrónico y contraseña.
- **CU08: Configurar volumen de la música y efectos de sonido** (Ver Tabla 15)
 - Permite al usuario autenticado ajustar el volumen de la música y los efectos de sonido dentro de la aplicación.
- **CU09: Borrar cuenta** (Ver Tabla 16)
 - Permite al usuario autenticado eliminar su cuenta y todos los datos asociados de la aplicación.
- **CU10: Cerrar sesión** (Ver Tabla 17)
 - Permite al usuario autenticado cerrar sesión en la aplicación.

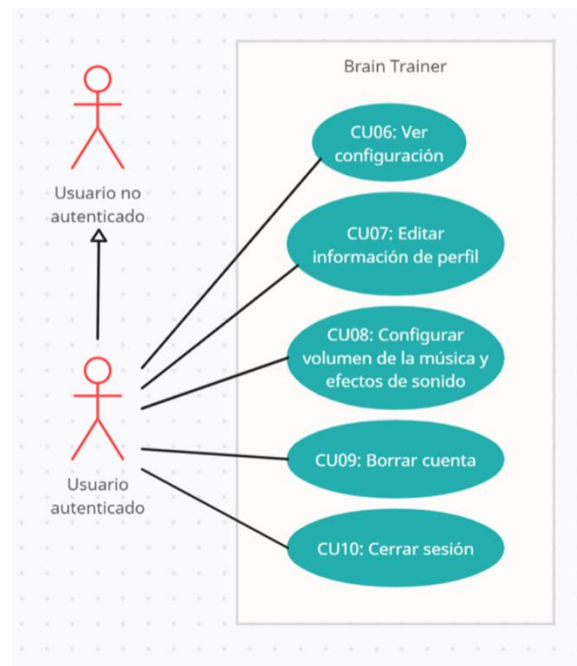


Imagen 11. Diagrama de casos de uso de configuración

4 Diseño

En esta sección se describe el diseño del sistema propuesto, abarcando tanto la estructura de clases como la interfaz de usuario. El diseño define “cómo los distintos componentes del sistema interactúan entre sí y cómo los usuarios finales interactúan con el sistema” [8]. El objetivo es garantizar que “el sistema sea modular, escalable y fácil de mantener, al tiempo que se proporciona una experiencia de usuario intuitiva y eficiente” [8].

4.1 Diagrama de clases

En esta subsección, se presentará el diagrama de clases, “una representación visual de la estructura del sistema, mostrando las clases principales, sus atributos y las relaciones entre ellas” [7] (ver Imagen 12). Este diagrama facilita la comprensión del modelo de datos y la lógica del negocio, asegurando que se tenga una visión coherente y unificada del sistema.

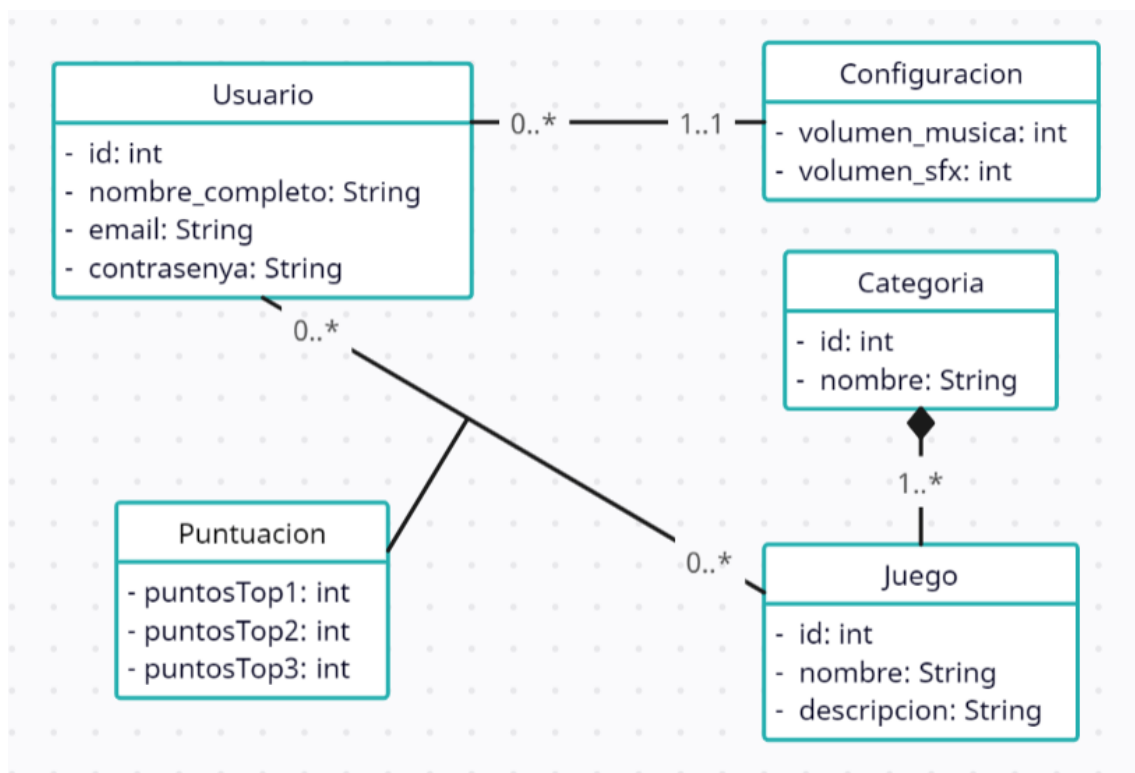


Imagen 12. Diagrama de clases de la aplicación

A continuación, se explicará la función de cada clase y se definirán los atributos que las componen:

- **Clase Usuario:** Contiene los datos de los usuarios registrados en la aplicación (ver Tabla 3).

Tabla 3. Atributos de la clase Usuario

Atributo	Descripción
id	Identificador único del usuario
nombre_completo	Nombre completo del usuario
email	Dirección de correo electrónico del usuario
contrasena	Contraseña del usuario

- **Clase Configuracion:** Almacena las preferencias de configuración del usuario (ver Tabla 4).

Tabla 4. Atributos de la clase Configuracion

Atributo	Descripción
volumen_musica	Nivel de volumen de la música
volumen_sfx	Nivel de volumen de los efectos de sonido

- **Clase Categoria:** Contiene información sobre una categoría de juegos (ver Tabla 5).

Tabla 5. Atributos de la clase Categoria

Atributo	Descripción
id	Identificador único de la categoría
nombre	Nombre de la categoría

- **Clase Juego:** Contiene información sobre un juego (ver Tabla 6).

Tabla 6. Atributos de la clase Juego

Atributo	Descripción
id	Identificador único del juego
nombre	Nombre del juego
descripcion	Instrucciones para completar el juego

- **Clase Puntuacion:** Contiene datos de las tres mejores puntuaciones adquiridas en cada juego (ver Tabla 7).

Tabla 7. Atributos de la clase Puntuacion

Atributo	Descripción
puntosTop1	Primera puntuación más alta obtenida al completar un juego
puntosTop2	Segunda puntuación más alta obtenida al completar un juego
puntosTop3	Tercera puntuación más alta obtenida al completar un juego

4.2 Prototipos de pantallas

En esta subsección, se presentarán los prototipos o *mockups* de las pantallas principales del sistema, detallando los componentes clave y la interacción esperada del usuario con cada pantalla, proporcionando una guía para el desarrollo de la interfaz de usuario. En cada uno de los bocetos se indicarán cada uno de los casos de uso relacionados que se han mencionado anteriormente (CU01-CU10), a través de un círculo amarillo numerado del 1 al 10.



Imagen 13. Mockup de la pantalla de inicio

La pantalla de inicio (ver Imagen 13) es la primera pantalla que verá el usuario al abrir la aplicación. Esta pantalla muestra el icono de la aplicación y varias opciones disponibles para el usuario. Entre estas opciones se incluyen: iniciar sesión en la aplicación si el usuario ya tiene una cuenta registrada, registrarse con Google si no tiene una cuenta, y recuperar el acceso a la cuenta si ha olvidado su contraseña.

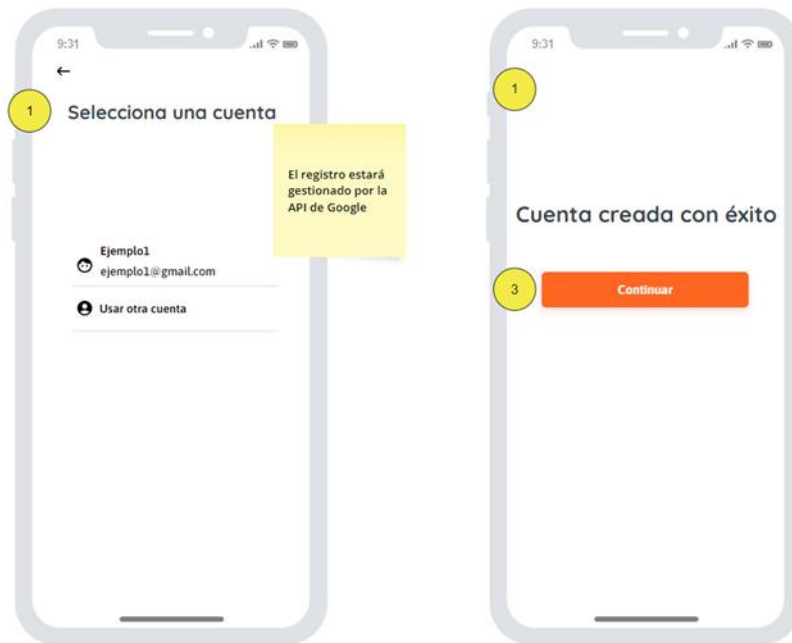


Imagen 14. Mockups de las pantallas de registro con Google

Si el usuario elige la opción “Regístrate con Google”, será dirigido a la pantalla de selección de cuenta (ver Imagen 14). Una vez seleccionada la cuenta, el proceso de registro será gestionado por la API de Google y finalizará con un mensaje que confirma que la cuenta se ha creado con éxito.

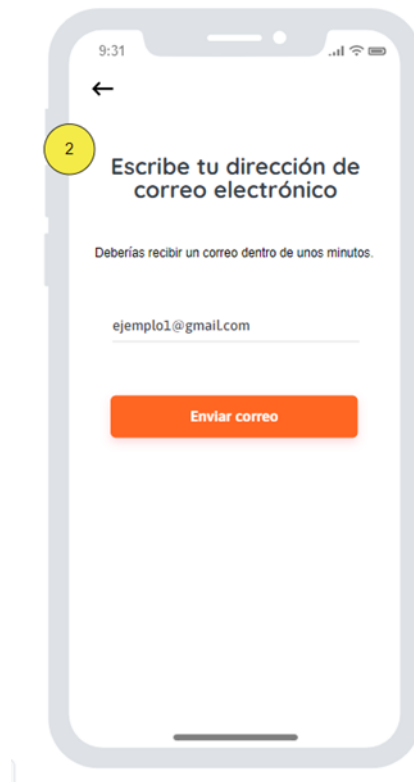


Imagen 15. Mockup de la pantalla de recuperación de cuenta

Si el usuario selecciona la opción “¿Has olvidado tu contraseña?”, será redirigido a la pantalla de recuperación de cuenta (ver Imagen 15). En esta pantalla, al pulsar el botón “Enviar correo”, el usuario recibirá un correo electrónico con instrucciones para recuperar el acceso a su cuenta registrada en la aplicación.

Si el usuario selecciona un juego, será llevado a una pantalla que muestra las instrucciones del juego, las tres mejores puntuaciones y un botón “Jugar” (ver Imagen 17). Al pulsar este botón, el juego seleccionado comenzará. Durante el juego, el usuario podrá salir del juego utilizando la flecha en la parte superior o podrá pulsar el botón “?” para ver nuevamente las instrucciones. Una vez finalizado el juego, se mostrará una pantalla con las tres mejores puntuaciones, un mensaje de celebración o de ánimo según la puntuación obtenida, y un botón “Jugar más juegos” para regresar a la pantalla de juegos.

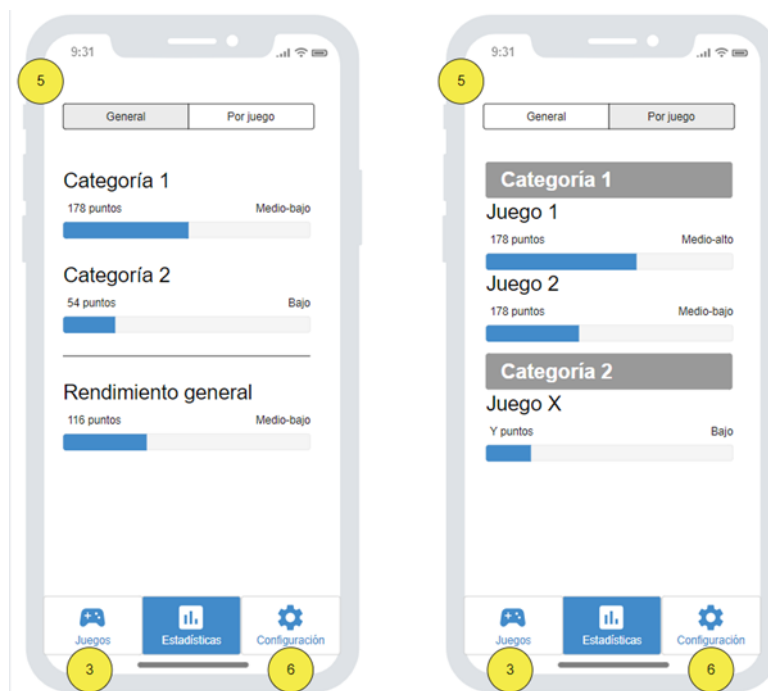


Imagen 18. Mockups de las pantallas de estadísticas

Si el usuario selecciona la opción “Estadísticas” en el menú de navegación, será llevado por defecto a la pantalla de estadísticas generales (ver Imagen 18). En esta pantalla se muestra el rendimiento del usuario en cada categoría y su rendimiento general. Si el usuario desea ver su rendimiento en cada juego individualmente, puede seleccionar la opción “Por juegos” en el menú superior. En esta sección, se tendrá en cuenta la puntuación más alta obtenida en cada juego.

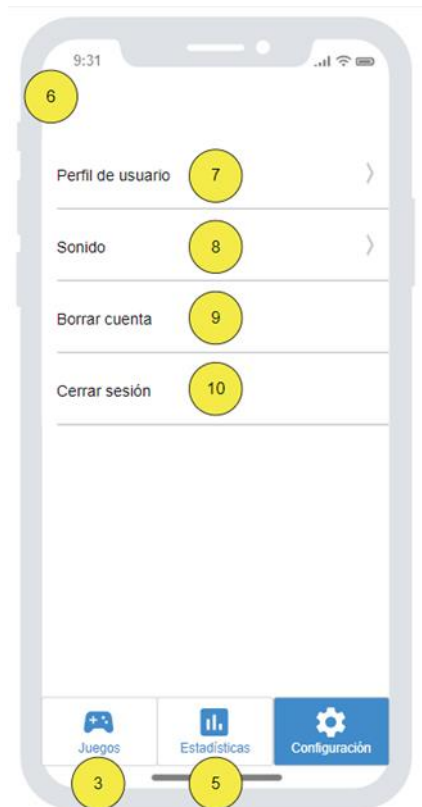


Imagen 19. Mockup de la pantalla de configuración

Al pulsar la opción “Configuración”, se mostrará una pantalla con todas las opciones de configuración disponibles hasta el momento (ver Imagen 19).

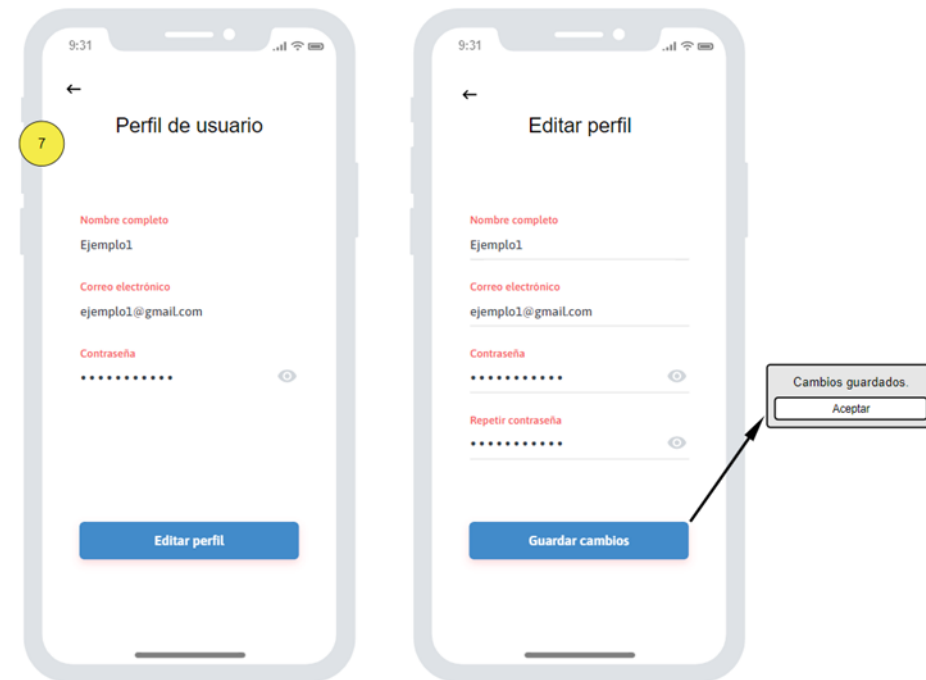


Imagen 20. Mockups de las pantallas de perfil de usuario

Si el usuario selecciona la opción “Perfil de usuario”, será redirigido a la pantalla correspondiente (ver Imagen 20). En esta pantalla, se mostrará la información del usuario, quien podrá editarla utilizando el botón “Editar perfil” y guardar los cambios realizados con el botón “Guardar cambios”.

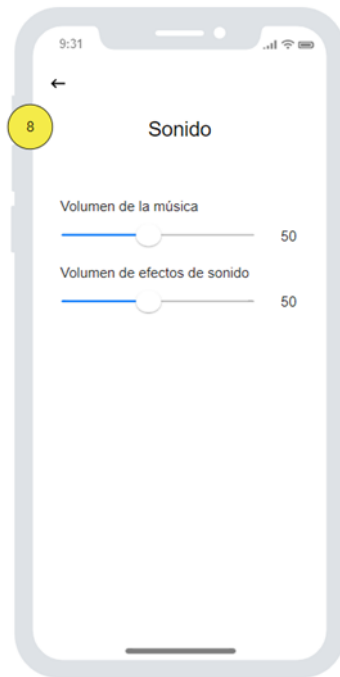


Imagen 21. Mockup de la pantalla de sonido

Al seleccionar la opción “Sonido”, el usuario será dirigido a la pantalla de sonido (ver Imagen 21). En esta pantalla, podrá ajustar el volumen de la música y de los efectos de sonido según sus preferencias.

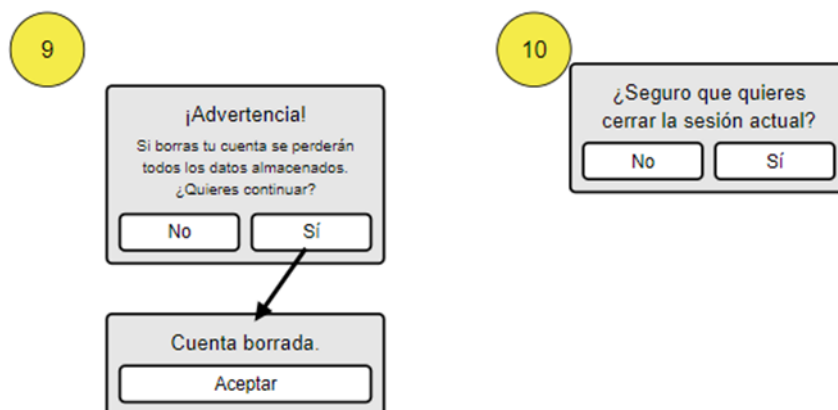


Imagen 22. Mockups de los popups de “Borrar cuenta” (9) y “Cerrar sesión” (10)

Si el usuario opta por “Borrar cuenta” o “Cerrar sesión”, aparecerá un *popup* de advertencia (ver Imagen 22). En ambos casos, el usuario tendrá la opción de cancelar o continuar con la acción. Si decide continuar, será redirigido a la pantalla de inicio.

5 Implementación

Esta sección describe en detalle el proceso de implementación de la aplicación, abarcando desde las tecnologías y herramientas empleadas hasta la arquitectura de software que sustenta su funcionamiento. Se detallan las decisiones de diseño tomadas, la estructura del proyecto y las interacciones entre las diferentes capas y componentes de la aplicación. Además, se proporciona un diagrama visual que ilustra la arquitectura de la aplicación y las tecnologías utilizadas.

5.1 Tecnología empleada

El desarrollo del MVP (Producto Mínimo Viable) para la aplicación Android ha sido un proceso en el que la selección de las tecnologías adecuadas ha jugado un papel fundamental. La elección de estas herramientas no solo ha facilitado el desarrollo eficiente y escalable del producto, sino que también ha asegurado una base sólida sobre la cual se podrá construir una aplicación más completa en el futuro.

En este apartado, se detallan las principales tecnologías empleadas, cada una seleccionada por su capacidad de mejorar la experiencia de desarrollo, garantizar la robustez del sistema y ofrecer una experiencia de usuario fluida y moderna. Estas tecnologías abarcan desde entornos de desarrollo integrados y lenguajes de programación modernos, hasta soluciones de *backend* en la nube y herramientas de integración continua, todas ellas esenciales para alcanzar los objetivos del proyecto.

5.1.1 Android Studio

Android Studio [9] es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para la creación de aplicaciones Android. Desarrollado por Google, ofrece una amplia gama de herramientas que facilitan el proceso de desarrollo, incluyendo un editor de código inteligente, herramientas de depuración, emuladores de dispositivos y un sistema de construcción basado en Gradle.

En el desarrollo de este proyecto, Android Studio ha sido una herramienta esencial. Las funcionalidades de vista previa de *layouts* han permitido visualizar la interfaz de usuario en tiempo real y realizar ajustes de forma rápida. El análisis de código estático ha ayudado a detectar posibles errores y mejorar la calidad del código. Además, las herramientas de depuración han sido fundamentales para identificar y solucionar problemas durante el desarrollo. La integración con el sistema de construcción Gradle ha simplificado la gestión de dependencias.

5.1.2 Kotlin

Kotlin [10] es un lenguaje de programación moderno de código abierto desarrollado por JetBrains. Se caracteriza por su concisión, seguridad y expresividad, lo que lo convierte en una excelente alternativa a Java para el desarrollo de aplicaciones Android. Kotlin ofrece interoperabilidad total con Java, lo que permite utilizar bibliotecas y *frameworks* existentes, y al mismo tiempo aprovechar las ventajas de un lenguaje más moderno.

Entre las características más destacadas de Kotlin que han sido de gran utilidad en este proyecto se encuentran:

- **Seguridad contra referencias nulas:** Kotlin incorpora un sistema de tipos que ayuda a prevenir errores comunes causados por referencias nulas, mejorando la estabilidad y la robustez de la aplicación.
- **Corrutinas:** Las corrutinas simplifican el manejo de operaciones asíncronas, como las llamadas a la red o el acceso a bases de datos, haciendo que el código sea más legible y fácil de mantener.
- **Delegación de propiedades:** Esta característica permite una sintaxis más concisa y limpia al delegar la implementación de propiedades a otros objetos.
- **Funciones de extensión:** Las funciones de extensión permiten añadir nuevas funcionalidades a clases existentes sin necesidad de modificar su código fuente.

La elección de Kotlin como lenguaje principal para este proyecto se basó en su capacidad para mejorar la productividad del desarrollo, la legibilidad del código y la seguridad de la aplicación. Sus características modernas, como las corrutinas y la delegación de propiedades, han contribuido a crear un código más conciso, mantenible y menos propenso a errores.

5.1.3 Jetpack Compose

Jetpack Compose [11] es el moderno *toolkit* de interfaz de usuario recomendado por Android para crear interfaces nativas. Se trata de un *framework* declarativo que permite describir la interfaz de usuario mediante funciones que definen su aspecto en función del estado de la aplicación. Compose simplifica el desarrollo de la interfaz de usuario, reduce la cantidad de código necesario y facilita la creación de interfaces atractivas y dinámicas.

La elección de Jetpack Compose para este proyecto se basó en su capacidad para simplificar el desarrollo de la interfaz de usuario, mejorar la legibilidad del código y crear

interfaces más atractivas y dinámicas. Su enfoque declarativo y basado en componentes ha permitido construir una interfaz de usuario modular, mantenible y con un excelente rendimiento.

5.1.4 Firebase

Firebase [12] es una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles y web respaldada por Google. Ofrece una amplia gama de servicios en la nube que facilitan el desarrollo de aplicaciones, incluyendo bases de datos, autenticación, almacenamiento, análisis y más. Firebase permite a los desarrolladores centrarse en la creación de experiencias de usuario excepcionales sin tener que preocuparse por la gestión de la infraestructura del *backend*.

De todos los servicios que ofrece la plataforma, se han empleado los siguientes:

- **Firebase Authentication** [13]: Este servicio ofrece diferentes métodos de autenticación, como correo electrónico y contraseña, inicio de sesión con Google y otras redes sociales. En este proyecto, ha permitido implementar un sistema de autenticación mediante cuenta de Google robusto y seguro.
- **Firestore Database** [14]: Se trata una base de datos NoSQL flexible y escalable que se ha utilizado para almacenar y sincronizar en tiempo real la información de los juegos, los usuarios y las puntuaciones.
- **Crashlytics** [15]: Es un servicio de análisis de fallos que ha ayudado a identificar y solucionar errores en la aplicación. Crashlytics proporciona información detallada sobre los fallos, como la traza de la pila de llamadas, el dispositivo afectado y la versión de la aplicación.

La integración de Firebase en el proyecto ha simplificado el desarrollo del *backend*, ha proporcionado una base de datos flexible y escalable, ha permitido implementar un sistema de autenticación robusto y ha facilitado el análisis de fallos para mejorar la calidad de la aplicación.

5.1.5 Google Play Services

Google Play Services [16] es una plataforma que proporciona a las aplicaciones Android acceso a las API de Google, como mapas, ubicación, juegos y más.

Anteriormente, esta plataforma se usaba como base para la integración de Google Identity Services y se empleaba la funcionalidad One Tap de este último para simplificar

la autenticación de usuarios con sus cuentas de Google. Sin embargo, One Tap ha sido descontinuado.

Actualmente, se recomienda utilizar Credential Manager, una biblioteca de Jetpack, para integrar el inicio de sesión con Google con un solo toque (similar al One Tap) y gestionar las credenciales de usuario.

5.1.6 Credential Manager

Credential Manager [17] es una biblioteca de Jetpack [18] que proporciona una API unificada para gestionar las credenciales de usuario en aplicaciones Android. Permite a los desarrolladores integrar diferentes métodos de autenticación, como usuario/contraseña, claves de acceso y credenciales federadas (como las obtenidas a través del inicio de sesión con Google).

Esta biblioteca permite gestionar las credenciales de Google de los usuarios de forma segura y eficiente. Credential Manager almacena de forma segura los tokens de acceso y otras credenciales, simplificando el proceso de autenticación y proporcionando una experiencia de inicio de sesión fluida.

5.1.7 Hilt

Hilt [19] es una biblioteca de inyección de dependencias (DI) específica para Android desarrollada por Google. Basada en Dagger [20], Hilt simplifica el proceso de inyección de dependencias en aplicaciones Android, proporcionando una forma estandarizada y eficiente de gestionar las dependencias.

La utilización de Hilt ha contribuido a eliminar la necesidad de escribir código repetitivo y a crear una base de código más limpia, modular y fácil de mantener, mejorando la eficiencia del desarrollo y la calidad de la aplicación.

5.1.8 GitHub

GitHub [21] es una plataforma de desarrollo colaborativo basada en la nube que aloja repositorios Git. Git es un sistema de control de versiones distribuido que permite a los desarrolladores rastrear los cambios en el código fuente, colaborar en proyectos y revertir a versiones anteriores si es necesario. GitHub proporciona una interfaz web y herramientas para facilitar el trabajo con Git, convirtiéndolo en una plataforma popular para el desarrollo de *software* de código abierto y privado.

GitHub ha sido fundamental para garantizar la integridad del código fuente del proyecto, permitiendo el seguimiento de cambios y el almacenamiento seguro del código.

5.2 Arquitectura de la aplicación

La arquitectura de una aplicación es crucial para su éxito a largo plazo, ya que influye directamente en su mantenibilidad, escalabilidad y robustez. Este proyecto se ha desarrollado siguiendo los principios de *Clean Architecture* [22], un enfoque de diseño de software que promueve la separación de responsabilidades y la independencia de las capas. Para lograr un desacoplamiento efectivo entre las capas, se ha implementado la inversión de dependencias, lo que facilita la testabilidad y la evolución del código.

Esta arquitectura ofrece una serie de ventajas significativas:

- **Mejora la mantenibilidad, calidad y robustez de la aplicación:** El código se vuelve más modular y fácil de entender, modificar y depurar.
- **Escalabilidad:** Permite que más personas y equipos contribuyan al código base minimizando los conflictos y facilitando la integración de nuevas funcionalidades.
- **Incorporación rápida de nuevos desarrolladores:** Facilita la incorporación de nuevos desarrolladores al proyecto de forma rápida y eficiente, ya que la estructura del código es clara y bien definida.
- **Testabilidad:** Simplifica la creación de pruebas unitarias para cada capa de la aplicación, lo que permite verificar el correcto funcionamiento de cada componente de forma aislada.
- **Investigación de fallos:** Permite investigar los fallos de forma metódica con procesos bien definidos, ya que las responsabilidades están claramente delimitadas.

5.2.1 Capas de la arquitectura

La aplicación se compone de dos capas principales, que interactúan entre sí para proporcionar la funcionalidad completa. Esta estructura de dos capas, con una clara separación de responsabilidades, facilita el desarrollo, las pruebas y el mantenimiento de la aplicación.

5.2.1.1 Capa de la interfaz de usuario (IU) (presentation)

Esta capa es responsable de la interacción con el usuario, mostrando la información y gestionando las acciones del usuario. Se compone de los siguientes elementos:

- **Screens:** Equivalentes a las *Views* en la arquitectura tradicional, las *Screens* en Jetpack Compose definen la estructura y el aspecto de la interfaz de usuario. Se componen de funciones “Composable” que describen la IU de forma declarativa.
- **ViewModels:** Actúan como intermediarios entre las *Screens* y la capa de datos. Son responsables de obtener los datos de los repositorios, procesarlos y exponerlos a las *Screens* en un formato adecuado. También gestionan la lógica de la presentación y el estado de la IU.
- **UI States:** Representan el estado de la interfaz de usuario en un momento dado. Los *ViewModels* actualizan los *UI States* en respuesta a las acciones del usuario o a cambios en los datos, lo que provoca que la IU se actualice automáticamente.

5.2.1.2 Capa de datos (data)

Esta capa se encarga de la gestión de los datos de la aplicación, incluyendo el acceso a las fuentes de datos y la abstracción de la lógica de acceso a datos. Se compone de:

- **Repositorios:** Proporcionan una interfaz limpia para acceder a los datos, ocultando la complejidad de las fuentes de datos subyacentes. Los *ViewModels* interactúan con los repositorios para obtener y modificar los datos.
- **Data Sources:** Representan las diferentes fuentes de datos de la aplicación. En este caso, actúan como puente entre la aplicación y la base de datos Firestore. Los repositorios utilizan los *Data Sources* para acceder a los datos.
- **Data Models:** Definen la estructura de los datos que se manejan en la aplicación. Se utilizan para representar la información en la capa de datos y se pasan a la capa de IU a través de los *ViewModels*.

5.2.2 Estructura del proyecto

La estructura del proyecto se organiza en módulos para reflejar la separación de responsabilidades de *Clean Architecture* y facilitar la mantenibilidad y la escalabilidad de la aplicación. La estructura del proyecto se puede observar en la Imagen 23.

Aunque este proyecto no sigue estrictamente *Clean Architecture* al no tener una capa de dominio explícita, la estructura modular sigue siendo beneficiosa para organizar el código y separar las responsabilidades.

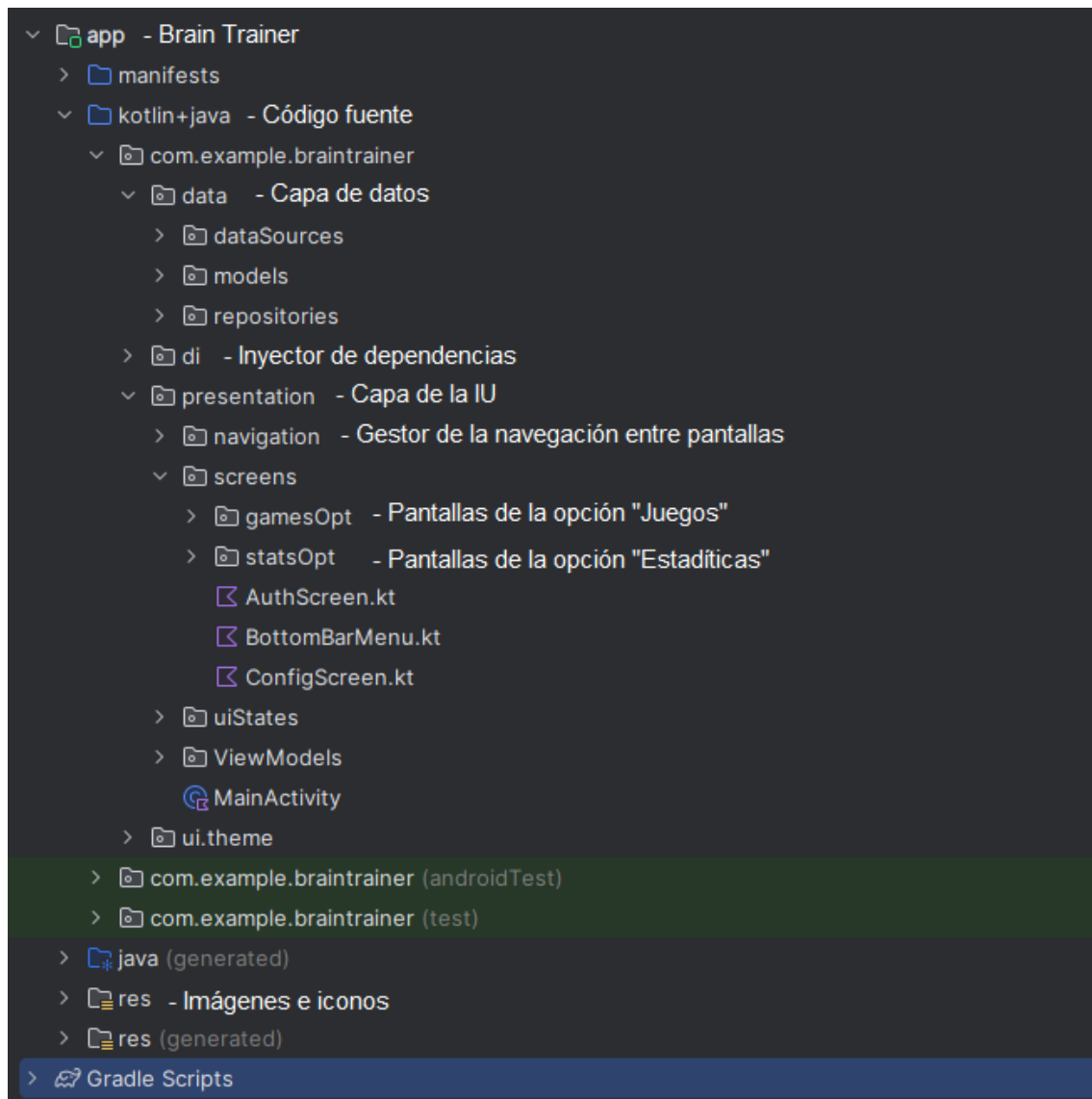


Imagen 23. Estructura de Brain Trainer

5.3 Diagrama de la aplicación

En la Imagen 24 se muestra el diagrama de la aplicación que ofrece una vista general de la arquitectura de la aplicación, mostrando las diferentes capas, sus componentes principales y las tecnologías empleadas. Se detallan las interacciones entre las capas de la interfaz de usuario (IU) y de datos, así como algunas de las herramientas y bibliotecas más importantes utilizadas en cada una, como se ha descrito en apartados anteriores.

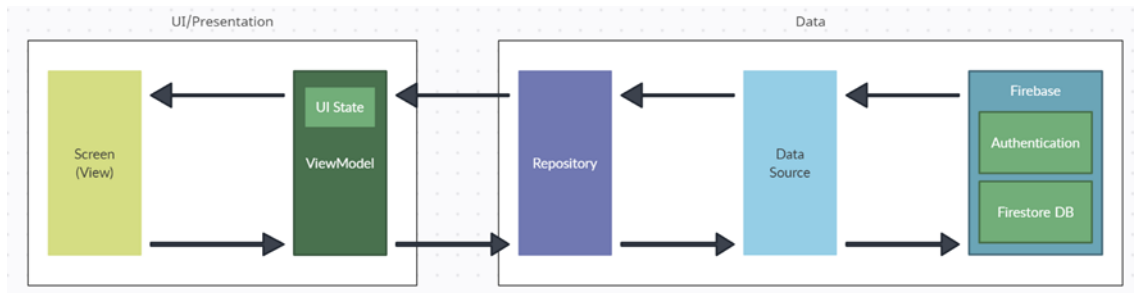


Imagen 24. Diagrama que sigue la Clean Architecture

5.4 Gestión de datos

Este apartado describe cómo se gestionan los datos en *Brain Trainer*, incluyendo la autenticación de usuarios, la organización de la base de datos en Firestore y el acceso a los datos desde la aplicación. También, se detallan las tecnologías y las estrategias utilizadas para garantizar la seguridad, la persistencia y la eficiencia en el manejo de la información.

5.4.1 Autenticación

Como se ha explicado anteriormente, la autenticación de usuarios en *Brain Trainer* se gestiona mediante la biblioteca Credential Manager de Jetpack, que ofrece una experiencia de inicio de sesión con un solo toque, similar a la que proporcionaba One Tap.

Para obtener las credenciales del usuario cuando este pulsa el botón “Iniciar sesión”, la función `googleOneTapSignIn()` (ver Imagen 25) utiliza Credential Manager para obtener las credenciales del usuario. Primero intenta obtener una credencial de una cuenta de Google ya autorizada en el dispositivo. Si no encuentra ninguna, inicia el flujo de inicio de sesión de Google para que el usuario seleccione o añada una cuenta.

```

private suspend fun googleOneTapSignIn(context: Context, onSignInComplete: (Boolean) -> Unit) {
    withContext(Dispatchers.IO) {
        try {
            val request = createGoogleIdRequest( filterByAuthorizedAccounts: true)
            val result = credentialManager.getCredential(context, request)
            Log.d( tag: "SignedIn", msg: "The user already signed in!!!")
            handleSignInResult(result, onSignInComplete)
        } catch (e: GetCredentialException) {
            Log.d( tag: "SignedIn", msg: "The user has not signed in yet!!!")
            try {
                val request = createGoogleIdRequest( filterByAuthorizedAccounts: false)
                val result = credentialManager.getCredential(context, request)
                handleSignInResult(result, onSignInComplete)
            } catch (e: GetCredentialException) {
                Log.d( tag: "SignedIn", msg: "Error during sign in.")
                onSignInComplete(false)
            }
        }
    }
}

```

Imagen 25. Función `googleOneTapSignIn()`

Una vez obtenidas las credenciales, se extrae el token de ID de Google y se utiliza para autenticar al usuario en Firebase Authentication.

Si la autenticación en Firebase es exitosa, se actualiza el estado de la interfaz de usuario para reflejar que el usuario ha iniciado sesión. También se obtiene la información del perfil del usuario, como la foto de perfil, el nombre y el correo electrónico, que se mostrarán en la pantalla Configuración.

La reautenticación se produce en caso de que se lance una excepción `FirebaseAuthRecentLoginRequiredException` al intentar borrar la cuenta. Esta excepción indica que se requiere una reautenticación del usuario para realizar operaciones sensibles. En este caso, se llama a la función `reauthenticateAndDeleteUser()` (ver Imagen 26), que solicita de nuevo las credenciales de Google al usuario mediante Credential Manager y utiliza el nuevo token para reautenticar al usuario en Firebase. Si la reautenticación es exitosa, se vuelve a intentar borrar la cuenta.

```

private fun reauthenticateAndDeleteUser(context: Context) {  ➤ AndreuRaga
    viewModelScope.launch {
        _uiState.update { it.copy(isLoading = true) }
        try {
            val request = createGoogleIdRequest( filterByAuthorizedAccounts: false) // Obtener token de Google
            val result = credentialManager.getCredential(context, request)
            if (result.credential is CustomCredential) {
                val customCredential = result.credential as CustomCredential
                val googleIdTokenCredential =
                    GoogleIdTokenCredential.createFrom(customCredential.data)
                val idToken = googleIdTokenCredential.idToken

                val success = authRepository.reauthenticateWithGoogle(idToken) // Re-autenticar
                if (success) {
                    deleteUser(context) // Intentar eliminar de nuevo
                } else {
                    _uiState.update {
                        it.copy(
                            errorMessage = "Error al re-autenticar.",
                            isLoading = false
                        )
                    }
                }
            }
        } catch (e: Exception) {
            Log.e( tag: "AuthViewModel", msg: "Error during reauthentication", e)
            _uiState.update {
                it.copy(
                    errorMessage = "Error al re-autenticar.",
                    isLoading = false
                )
            }
        }
    }
}

```

Imagen 26. Función reauthenticateAndDeleteUser()

5.4.2 Organización de la base de datos Firestore

La persistencia de datos en *Brain Trainer* se gestiona mediante Firestore, una base de datos NoSQL en la nube proporcionada por Firebase. La base de datos se ha organizado de forma que refleje las entidades del diagrama de clases y sus relaciones, optimizando el acceso a los datos y la eficiencia de las consultas.

Se han creado dos colecciones principales: “categories” y “users”.

Colección “categories”

Como se puede ver en la Imagen 27, esta colección almacena información sobre las categorías de juegos y los juegos que pertenecen a cada categoría. Cada documento en la colección (cuyo identificador equivale al atributo “id” de la clase Categoría) representa una categoría y tiene el siguiente campo:

- **name:** Nombre de la categoría (equivalente al atributo “nombre” de la clase Categoría).

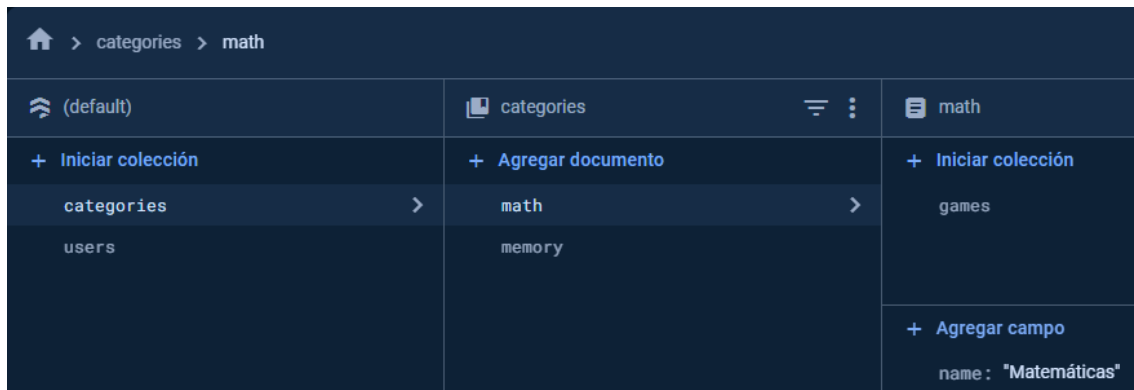


Imagen 27. Colección “categories”

Cada documento de categoría tiene una subcolección llamada “games” que almacena los juegos de esa categoría (ver Imagen 28). Cada documento (cuyo identificador equivale al atributo “id” de la clase Juego) en la subcolección “games” representa un juego y tiene los siguientes campos:

- **name:** Nombre del juego (equivalente al atributo “nombre” de la clase Juego).
- **instructions:** Instrucciones del juego (equivalente al atributo “descripción” de la clase Juego).
- **maxScore:** Puntuación máxima que se puede obtener en el juego.

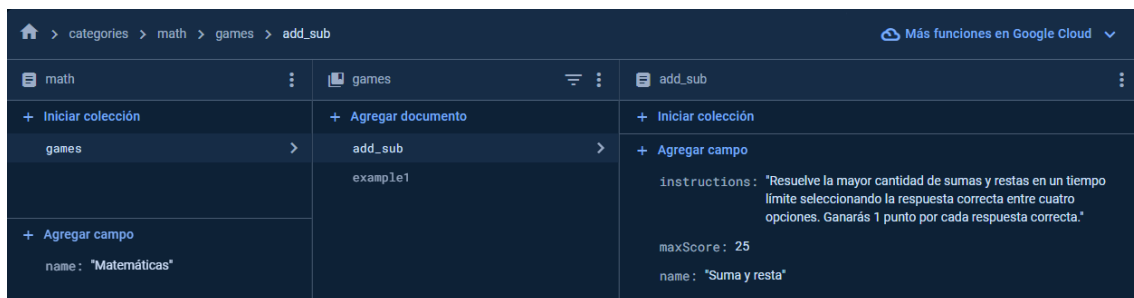


Imagen 28. Subcolección “games”

Colección “users”

Como se puede ver en la Imagen 29, esta colección almacena información sobre los usuarios de la aplicación. Cada documento en la colección (cuyo identificador se ha obtenido de Firebase Authentication y equivale al atributo “id” de la clase Usuario) representa un usuario y tiene los siguientes campos:

- **name:** Nombre del usuario (equivalente al atributo “nombre” de la clase Usuario).

- **email:** Correo electrónico del usuario (equivalente al atributo “email” de la clase Usuario).

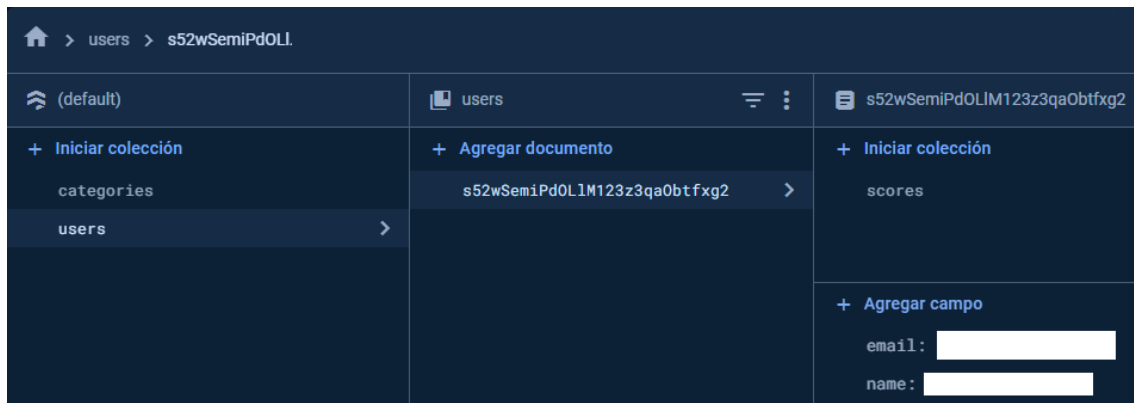


Imagen 29. Colección “users”

Cada documento de usuario tiene una subcolección llamada “scores” que almacena las puntuaciones obtenidas por el usuario en cada juego (ver Imagen 30). Cada documento (cuyo identificador equivale al atributo “id” de la clase Juego) en la subcolección “scores” representa la puntuación de un juego y tiene los siguientes campos:

- **bestScore:** Mejor puntuación obtenida por el usuario en el juego.

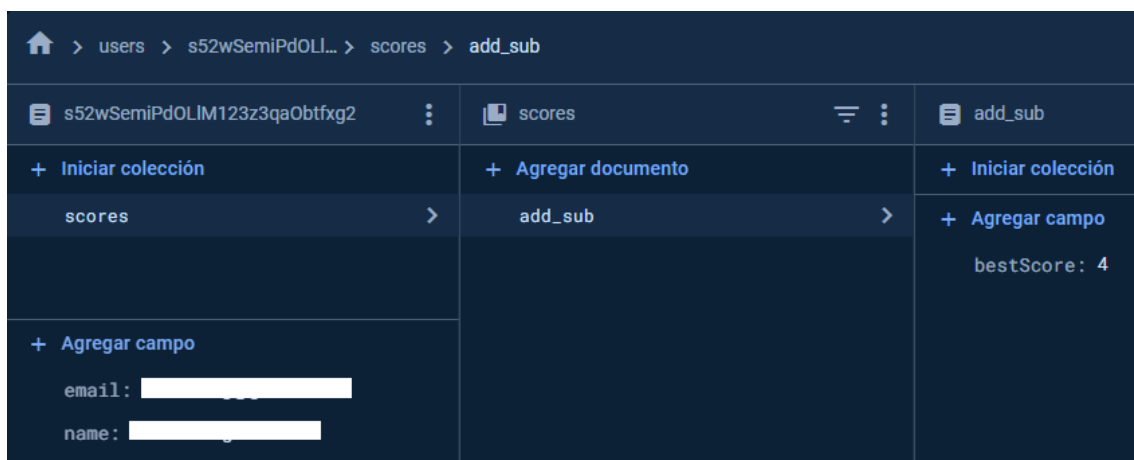


Imagen 30. Subcolección “scores”

Relaciones entre colecciones

La relación entre categorías y juegos se establece mediante subcolecciones. Cada documento de categoría tiene una subcolección “games” que contiene los juegos de esa categoría.

La relación entre usuarios y puntuaciones se establece mediante subcolecciones. Cada documento de usuario tiene una subcolección “scores” que contiene las puntuaciones del usuario en cada juego.

La relación entre juegos y puntuaciones se establece mediante el campo “id” del documento de puntuación, que coincide con el “id” del juego en la colección “categories”.

5.4.3 Acceso a datos

El acceso a Firestore, como se ilustra en el diagrama de la aplicación (ver Imagen 24), se gestiona a través de los *Data Sources*. Estos utilizan las funciones `get()`, `set()`, `update()`, y `delete()` de la API de Firestore para realizar las operaciones básicas de lectura, escritura, actualización y eliminación de documentos. Un ejemplo de esto se muestra en la Imagen 31, donde se emplea la función `set()` en la operación `saveScore()`.

```
override suspend fun saveScore(userId: String, gameId: String, points: Int): Result<Unit> { ± AndreuRaga
    return try {
        val scoreData = hashMapOf(
            "bestScore" to points
        )
        db.collection( collectionPath: "users").document(userId).collection( collectionPath: "scores").document(gameId)
            .set(scoreData).await()
        Result.success(Unit)
    } catch (e: Exception) {
        Result.failure(e)
    }
}
```

Imagen 31. Función `saveScore()` utilizando la función de escritura `set()`

Las operaciones con Firestore son asíncronas y se manejan mediante corrutinas. Las funciones en los *Data Sources* y repositorios son funciones suspendidas, que se invocan desde los *View Models* usando `viewModelScope.launch`. Esto permite realizar tareas en segundo plano sin bloquear el hilo principal de la aplicación, lo que mejora la experiencia del usuario.

Los errores que puedan surgir durante el acceso a los datos se gestionan mediante bloques `try-catch`. Si se produce un error, el sistema notifica al usuario para mantenerlo informado.

6 Resultados

6.1 Capturas de pantalla del MVP de la aplicación

En este apartado se presentan las capturas de pantalla finales de la aplicación *Brain Trainer*, mostrando el resultado del proceso de desarrollo y la interfaz de usuario final con la que interactuarán los usuarios. Se describen las principales pantallas y funcionalidades de la aplicación, destacando los aspectos más relevantes del diseño y la experiencia de usuario.

Al abrir la aplicación, la primera pantalla que el usuario verá es la de autenticación o inicio de sesión (ver Imagen 32). En esta pantalla, se muestra un mensaje de bienvenida junto con el botón “Iniciar sesión”. Al pulsarlo, el usuario podrá autenticarse con su cuenta de Google. Tras completar este proceso, se redirigirá a la pantalla de juegos.

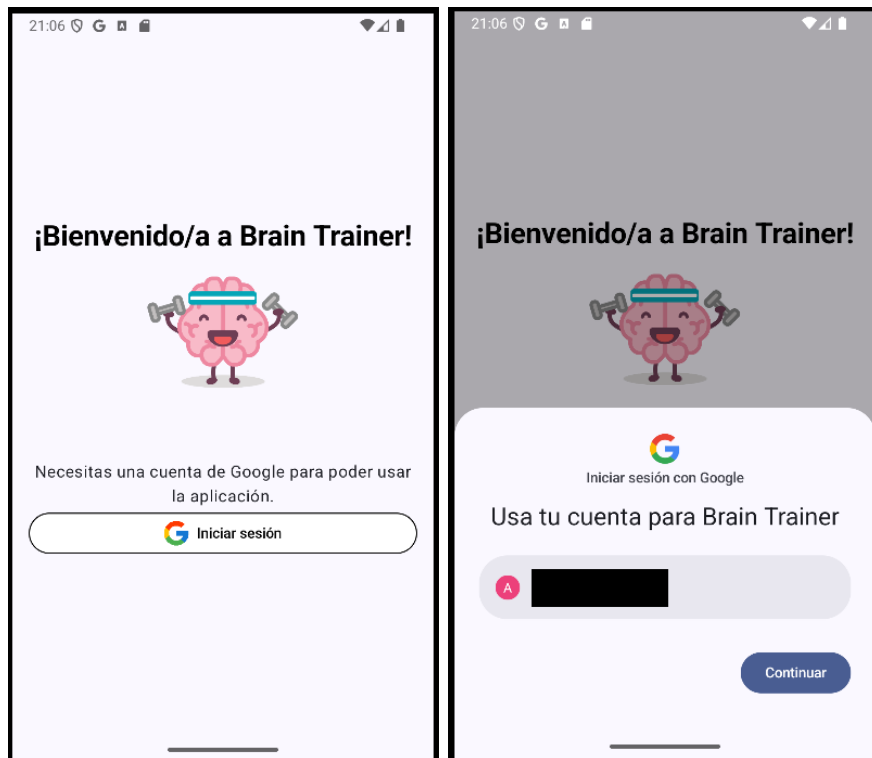


Imagen 32. Pantalla de autenticación o inicio de sesión

En la Imagen 33 se muestra la pantalla de juegos. Aquí, se presentan las diferentes categorías disponibles y los juegos asociados a cada una de ellas. Al seleccionar un juego, el usuario será dirigido a la pantalla de instrucciones del juego correspondiente. Además, en la parte inferior de la pantalla, aparece un menú de navegación que permite acceder a las pantallas de estadísticas y configuración.

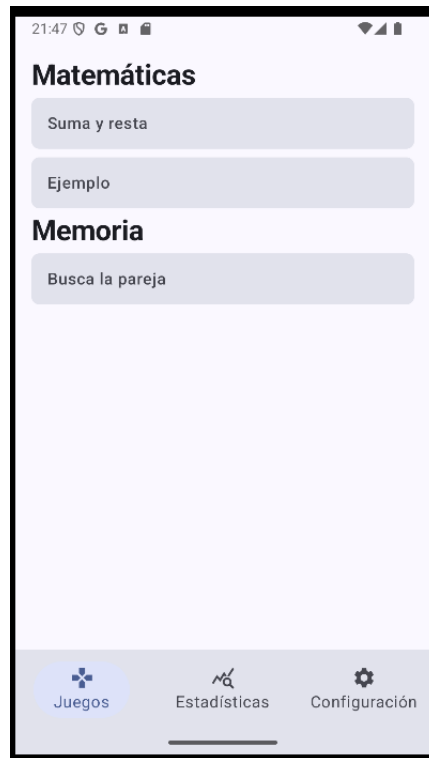


Imagen 33. Pantalla de juegos

La Imagen 34 presenta la pantalla de instrucciones. En ella, el usuario puede leer las instrucciones del juego seleccionado y ver la mejor puntuación obtenida hasta el momento. Si decide jugar, puede pulsar el botón “Jugar” ubicado en la parte inferior. Si prefiere no jugar, puede regresar a la pantalla anterior usando la flecha en la esquina superior izquierda.

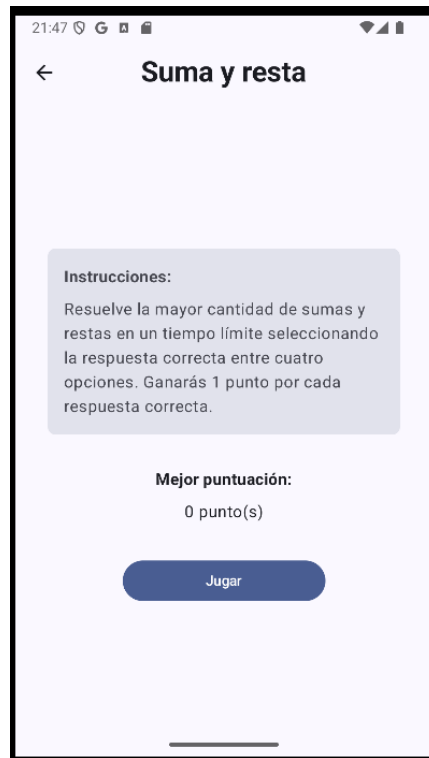


Imagen 34. Pantalla de instrucciones

En la Imagen 35, se muestra la pantalla del juego seleccionado. Aquí, el usuario puede jugar al juego hasta que finalice. Si lo desea, puede salir y volver a las instrucciones pulsando la flecha en la parte superior izquierda. En este caso, aparecerá un pop-up de confirmación, permitiéndole cancelar o confirmar su salida del juego.

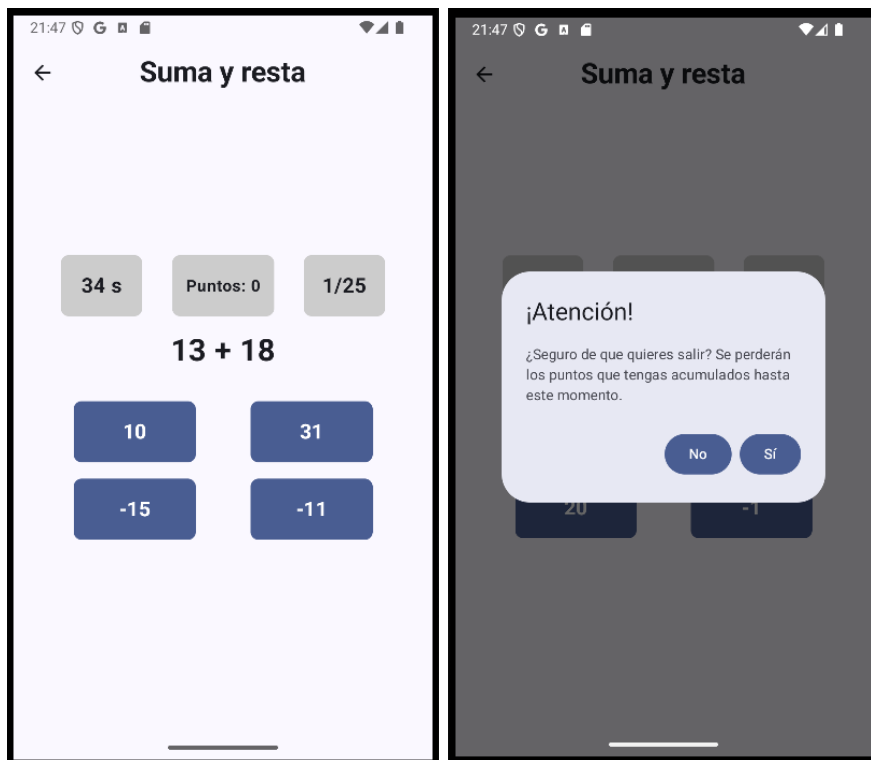


Imagen 35. Pantalla del juego seleccionado

La Imagen 36 muestra la pantalla de fin de juego. En esta, se presenta la puntuación obtenida junto con la mejor puntuación registrada hasta el momento. Si el usuario establece un nuevo récord, verá un mensaje de felicitación. En caso contrario, el mensaje será de ánimo. Para volver a la pantalla de juegos, el usuario puede pulsar el botón “Jugar a otros juegos”.

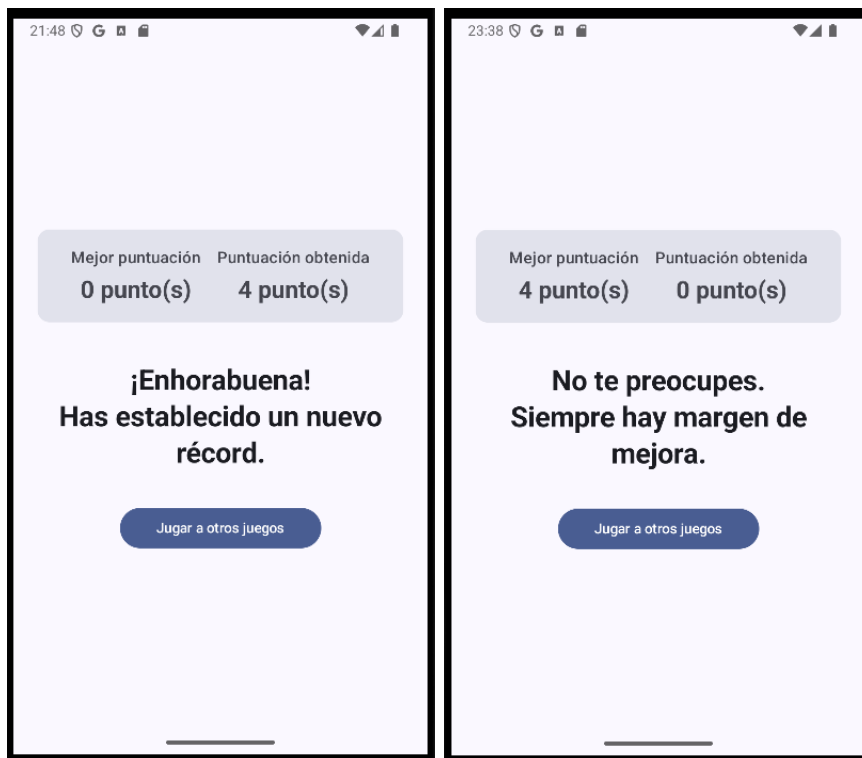


Imagen 36. Pantalla de fin del juego

En la Imagen 37 se muestra la pantalla de estadísticas, que incluye dos secciones: estadísticas generales y estadísticas por juego. La primera refleja el rendimiento en cada categoría y el rendimiento general del usuario, mientras que la segunda muestra las estadísticas detalladas de cada juego. Al igual que en otras pantallas, un menú de navegación en la parte inferior permite moverse entre juegos y configuración.

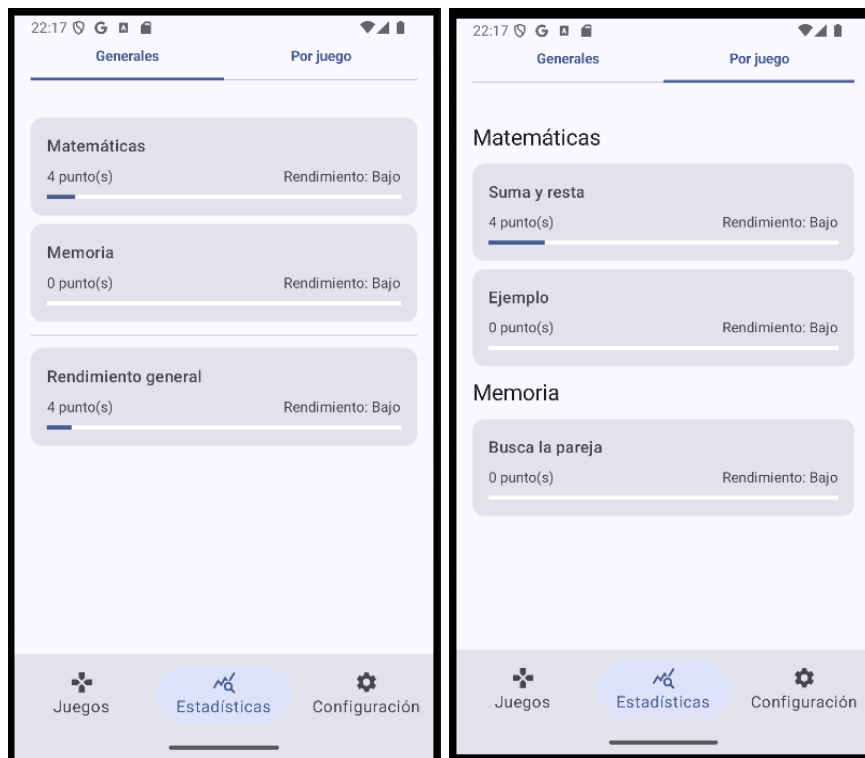


Imagen 37. Pantalla de estadísticas generales (izquierda) y por juego (derecha)

La Imagen 38 presenta la pantalla de configuración. Aquí, se muestra la información básica del usuario, como su imagen de perfil, nombre y correo electrónico. Además, la pantalla cuenta con dos botones: “Borrar cuenta” y “Cerrar sesión”. Si el usuario elige borrar su cuenta, aparecerá un pop-up de advertencia, y al confirmar, todos sus datos y puntuaciones se eliminarán. Si se selecciona “Cerrar sesión”, simplemente finalizará la sesión activa y se volverá a la pantalla de inicio de sesión.

En caso de que el usuario necesite reautenticarse después de cierto tiempo, el sistema le pedirá que inicie sesión nuevamente, como se muestra en la Imagen 39.

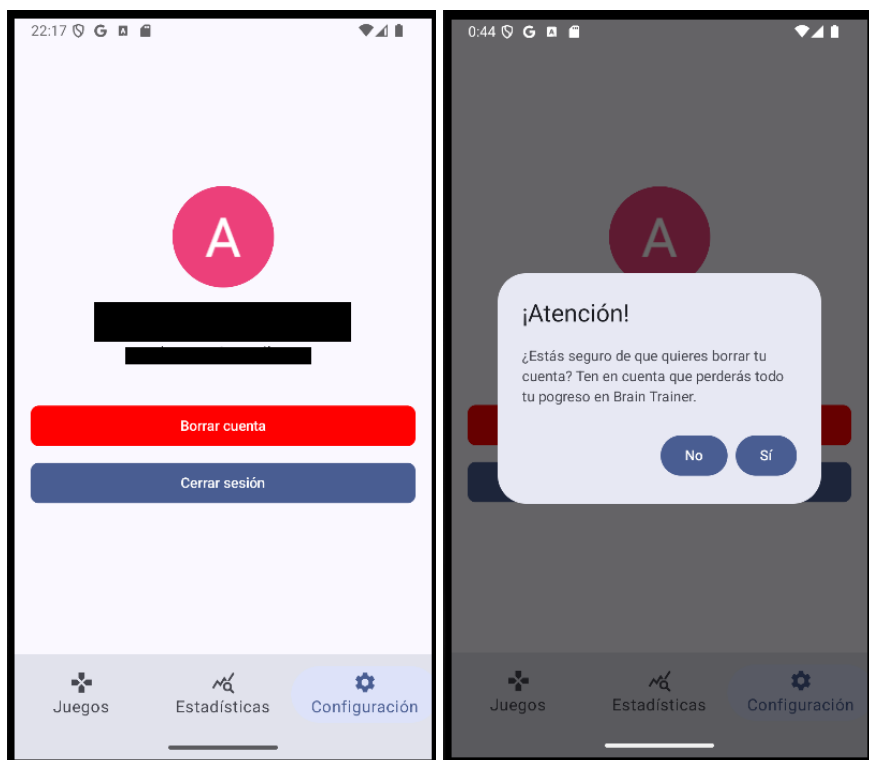


Imagen 38. Pantalla de configuración

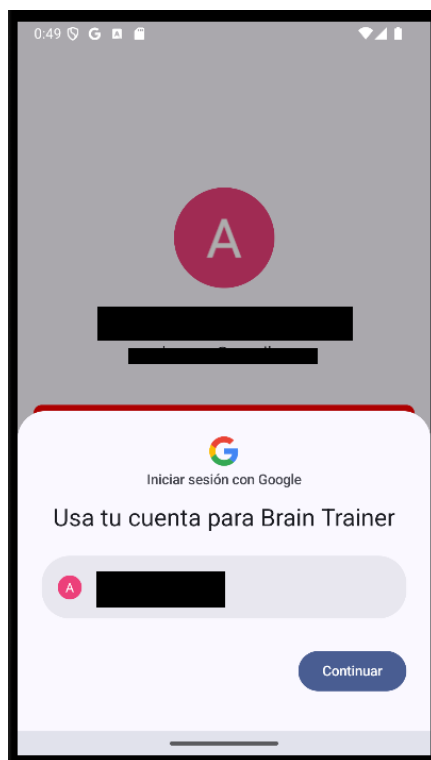


Imagen 39. Proceso de reautenticación

6.2 Pruebas de calidad

Este apartado describe las pruebas de calidad realizadas para evaluar la aplicación y asegurar que cumple con los estándares de calidad básicos de una aplicación Android.

Las pruebas se dividen en cinco categorías: experiencia visual, funcionalidad, rendimiento y estabilidad, privacidad y seguridad, y Google Play. Cada categoría incluye una serie de pruebas específicas con una descripción detallada de los criterios de evaluación y los resultados obtenidos. El objetivo de estas pruebas es identificar posibles áreas de mejora y garantizar una experiencia de usuario óptima.

6.2.1 Experiencia visual

En general, la aplicación presenta una buena experiencia visual y cumple con la mayoría de los estándares de diseño de Android (ver Tabla 18).

La navegación mediante el botón Atrás y gestos se realiza correctamente, y la aplicación preserva el estado del usuario al salir del primer plano o navegar hacia atrás.

Sin embargo, actualmente, la aplicación solo admite la orientación vertical en dispositivos móviles y no es compatible con dispositivos plegables. Se ha considerado añadir soporte para diferentes orientaciones y dispositivos en futuras versiones. Además, no se ha implementado el tema oscuro, pero podría incluirse en próximas actualizaciones.

Las pruebas relacionadas con notificaciones no aplican a esta aplicación, ya que no utiliza este componente. Del mismo modo, las pruebas específicas para apps de mensajería o redes sociales tampoco son relevantes en este caso.

En cuanto a la calidad visual, la aplicación muestra gráficos, texto e imágenes de forma correcta, sin distorsiones ni pixelado. El tamaño de los objetivos táctiles cumple con las recomendaciones de accesibilidad, y se ha utilizado *contentDescription* para describir los elementos de la interfaz de usuario, mejorando la accesibilidad para usuarios con discapacidades visuales.

6.2.2 Funcionalidad

La aplicación actualmente no incorpora funcionalidades de audio, contenido multimedia (reproducción de vídeo o codificación), compartir contenido ni utiliza servicios en segundo plano (ver Tabla 19). Por lo tanto, las pruebas relacionadas con estas áreas no aplican en este momento.

Si en el futuro se decide añadir alguna de estas características, se realizarán las pruebas correspondientes para asegurar su correcto funcionamiento y la mejor experiencia para el usuario.

6.2.3 Rendimiento y estabilidad

La aplicación demuestra un buen rendimiento y estabilidad general (ver Tabla 20).

No se han detectado bloqueos ni errores ANR (“Android no responde”) durante las pruebas, y la aplicación se carga rápidamente. Además, se ha comprobado que la aplicación renderiza los fotogramas de forma fluida, alcanzando los 60 fotogramas por segundo. Las pruebas con *StrictMode* activado no han mostrado ningún problema, lo que indica que no se han detectado comportamientos inadecuados durante el uso de la aplicación.

En cuanto a la compatibilidad con el SDK (Kit de Desarrollo de Software), la aplicación se ejecuta correctamente en la última versión de Android y se ha compilado con el último SDK disponible. Todos los SDK de Google y de terceros utilizados están actualizados. Sin embargo, la aplicación incluye bibliotecas de depuración. Se revisará este aspecto antes del lanzamiento para asegurar que no se incluyan en la versión final, lo que podría afectar al rendimiento y la seguridad.

La aplicación también admite correctamente las funciones de administración de energía de Android, como Descanso y *App Standby*.

6.2.4 Privacidad y seguridad

La aplicación se ha desarrollado teniendo en cuenta la privacidad y seguridad de los usuarios (ver Tabla 21).

Se solicita la mínima cantidad de permisos necesarios y se informa claramente al usuario sobre el uso que se hace de los mismos. Los permisos se solicitan en tiempo de ejecución y la aplicación se degrada correctamente si el usuario deniega o revoca algún permiso.

Los datos sensibles se almacenan de forma segura en el almacenamiento interno de la aplicación, y no se registran datos personales o sensibles en el registro del sistema. La aplicación no utiliza identificadores de hardware que no se puedan restablecer.

Se proporciona la funcionalidad de autocompletado de credenciales y se integra el Administrador de credenciales de Android para una experiencia de acceso fluida. Sin embargo, la autenticación biométrica no aplica a esta aplicación.

En cuanto a los componentes de la aplicación, se ha definido el atributo *android:exported* de forma explícita para todos ellos. Las pruebas relacionadas con *intents*, transmisiones y el uso de *android:protectionLevel="signature"* no aplican, ya que la aplicación no comparte contenido con otras aplicaciones.

El tráfico de red se envía mediante SSL (Secure Sockets Layer; en español Capa de Puertos Seguros) y se ha declarado una configuración de seguridad de red. Sin embargo, se ha detectado que, aunque la aplicación utiliza los Servicios de Google Play, no se inicializa el proveedor de seguridad. Se revisará este punto para asegurar la correcta inicialización del proveedor de seguridad y garantizar la integridad de la comunicación con los servidores de Google.

Las pruebas relacionadas con *WebViews* no aplican, ya que la aplicación no utiliza este componente.

Finalmente, la aplicación no carga código dinámicamente y utiliza un generador de números aleatorios y algoritmos criptográficos fuertes proporcionados por la plataforma.

6.2.5 Google Play

Dado que la aplicación se encuentra en fase de MVP, las pruebas relacionadas con la publicación en Google Play no se aplican aún (ver Tabla 22).

El enfoque principal del MVP es validar la funcionalidad principal y obtener *feedback* de los usuarios. Antes del lanzamiento completo, se realizará una revisión exhaustiva para asegurar el cumplimiento de las políticas de Google Play, definir el nivel de madurez adecuado y optimizar la página de detalles de la aplicación, incluyendo el gráfico de funciones, las capturas de pantalla y la descripción. También se establecerá un sistema de asistencia al usuario para gestionar las incidencias y el *feedback* de los usuarios tras el lanzamiento de la aplicación.

6.3 Pruebas de usabilidad

Este apartado describe el proceso de pruebas de usabilidad realizado para evaluar la aplicación *Brain Trainer*. Se detalla la metodología empleada, incluyendo la definición de las pruebas, el perfil de los participantes, las tareas realizadas y las métricas utilizadas para la evaluación. Se presentan los resultados obtenidos, incluyendo las valoraciones de los usuarios en cuanto a la facilidad de uso, el diseño y la estética, y la funcionalidad de la aplicación. Además, se identifican los problemas de usabilidad encontrados durante las pruebas y se describen los cambios realizados en la aplicación

para solucionarlos. Finalmente, se presentan recomendaciones para futuras mejoras, basadas en el *feedback* de los usuarios.

6.3.1 Definición de las pruebas

El propósito principal de las pruebas de usabilidad es evaluar la facilidad de uso y la experiencia de usuario de la aplicación. El objetivo es identificar posibles problemas en funciones clave, como el inicio de sesión, la navegación entre juegos, la visualización de estadísticas y la gestión de la cuenta de usuario.

Se realizaron pruebas moderadas con un guion predefinido, en las que los participantes completaron una serie de tareas representativas del uso de la aplicación.

Un total de 10 personas participaron en las pruebas, sin aplicar criterios de selección específicos como edad, sexo o experiencia previa, con el fin de obtener una muestra diversa de usuarios.

Las tareas asignadas a los participantes se detallan en el guion de las pruebas (ver Anexo 8.3), e incluyeron:

1. Iniciar sesión con una cuenta de Google.
2. Navegar por la sección de juegos y seleccionar un juego.
3. Completar una partida y verificar la retroalimentación de la interfaz.
4. Consultar estadísticas generales y por juego.
5. Repetir los pasos 2 y 3 con otros juegos.
6. Cerrar y volver a iniciar sesión.
7. Eliminar la cuenta de usuario.

Para medir la usabilidad de la aplicación, se pidió a los diferentes usuarios que completaran un formulario personalizado donde se utilizaron las siguientes métricas:

- **Facilidad de uso:** Evaluada mediante un cuestionario que medía la facilidad para navegar, iniciar y cerrar sesión, encontrar y jugar a los juegos, entender las instrucciones, consultar las estadísticas, configurar opciones y eliminar la cuenta. Las respuestas se recogieron en una escala Likert de 1 a 5, donde 1 significaba “muy difícil” y 5 “muy fácil”.
- **Diseño y estética:** Medida a través de preguntas sobre la percepción del diseño visual, la interfaz y la experiencia general de uso, con respuestas en una escala Likert de 1 a 5, donde 1 representaba “muy malo” y 5 “muy bueno”.
- **Funcionalidad:** Evaluada mediante un cuestionario que abordaba la variedad y diversión de los juegos, la utilidad de las estadísticas y la presencia de errores o

problemas. Las respuestas se recogieron en una escala Likert de 1 a 5, donde 1 significaba “muy insatisfactorio” y 5 “muy satisfactorio”.

Además, se recopilaron comentarios adicionales de los usuarios, incluyendo sugerencias de mejora y propuestas de nuevas funcionalidades.

6.3.2 Resultados de las pruebas

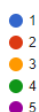
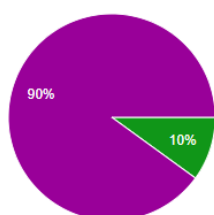
Este apartado presenta los resultados obtenidos durante las pruebas de usabilidad de la aplicación *Brain Trainer*. Se analizan las respuestas de los participantes al formulario de evaluación, incluyendo las métricas de facilidad de uso, diseño y estética, y funcionalidad. Además, se detallan los problemas de usabilidad encontrados durante las pruebas y se describen las soluciones implementadas para corregirlos.

6.3.2.1 Facilidad de uso

Los resultados del formulario indican una alta satisfacción con la facilidad de uso de la aplicación (ver Imagen 40). El 90% de los usuarios calificó con un 5 (muy fácil) la navegación por la aplicación, el inicio y cierre de sesión, la búsqueda y acceso a los juegos, y la configuración y eliminación de la cuenta. En cuanto a la comprensión de las instrucciones de los juegos y la consulta de estadísticas, el 80% de los usuarios las consideró muy fáciles (5), mientras que un 10% las calificó con un 4 (fácil) y otro 10% con un 3 (neutral). Estos resultados sugieren una buena usabilidad general de la aplicación, con aspectos específicos que podrían mejorarse para una experiencia aún más intuitiva.

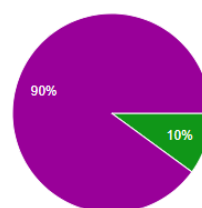
¿Cómo de fácil te ha resultado navegar por la aplicación?

10 respuestas



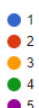
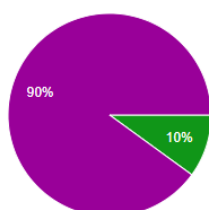
¿Cómo de fácil te ha resultado iniciar y cerrar sesión?

10 respuestas



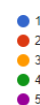
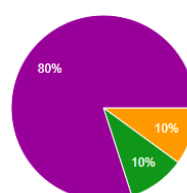
¿Cómo de fácil te ha resultado encontrar y jugar a los juegos?

10 respuestas

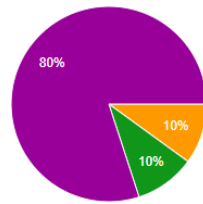


¿Cómo de fácil te ha resultado entender las instrucciones de los juegos?

10 respuestas

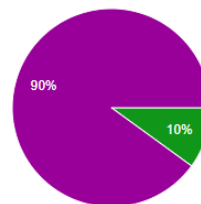


¿Cómo de fácil te ha resultado consultar tus estadísticas?
10 respuestas



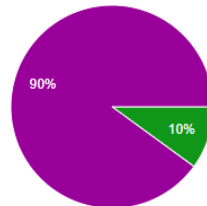
1
2
3
4
5

¿Cómo de fácil te ha resultado encontrar la opción de configuración?
10 respuestas



1
2
3
4
5

¿Cómo de fácil te ha resultado borrar tu cuenta?
10 respuestas



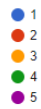
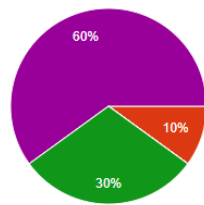
1
2
3
4
5

Imagen 40. Estadísticas de la métrica Facilidad de uso

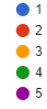
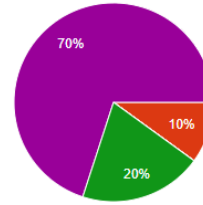
6.3.2.2 Diseño y estética

La aplicación obtuvo una buena valoración en cuanto a su diseño y estética (ver Imagen 41). El diseño visual fue calificado con un 5 (muy bueno) por el 60% de los usuarios, con un 30% otorgándole un 4 (bueno) y un 10% un 2 (malo). La interfaz, por su parte, recibió un 5 por parte del 70% de los usuarios, un 4 por el 20% y un 2 por el 10%. La experiencia de uso general fue considerada agradable, con un 70% de los usuarios calificándola con un 5, un 20% con un 4 y un 10% con un 3 (neutral). Estos datos reflejan una buena aceptación del diseño y la estética de la aplicación, aunque existe un margen de mejora para satisfacer las preferencias de todos los usuarios.

¿Qué te ha parecido el diseño visual de la aplicación?
10 respuestas



¿Te ha parecido atractiva la interfaz de la aplicación?
10 respuestas



¿Te ha resultado agradable la experiencia de uso de la aplicación?
10 respuestas

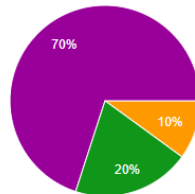


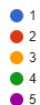
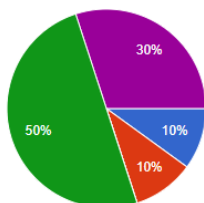
Imagen 41. Estadísticas de la métrica Diseño y estética

6.3.2.3 Funcionalidad

En general, la funcionalidad de la aplicación fue bien recibida por los usuarios (ver Imagen 42). La variedad de juegos disponibles obtuvo una puntuación media de 4, con un 30% de los usuarios otorgándole un 5 (muy satisfactorio), un 50% un 4 (satisfactorio), un 10% un 2 (insatisfactorio) y un 10% un 1 (muy insatisfactorio). La diversión de los juegos y la claridad de la información en la pantalla de fin del juego fue valorada positivamente, con un 80% de los usuarios calificándolas con un 5, un 10% con un 4 y un 10% con un 3. La utilidad de la información de las estadísticas recibió una puntuación media de 4, con un 50% de los usuarios otorgándole un 5, un 30% un 4, un 10% un 3 y un 10% un 1. Estos resultados indican que, si bien la mayoría de los usuarios están satisfechos con la funcionalidad, existe un margen de mejora en la variedad de juegos y la utilidad de las estadísticas para algunos usuarios.

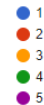
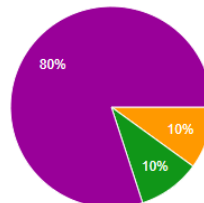
¿Qué te ha parecido la variedad de juegos disponibles?

10 respuestas



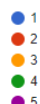
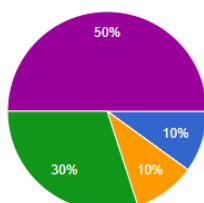
¿Te han parecido divertidos los juegos?

10 respuestas



¿Te ha parecido útil la información de las estadísticas?

10 respuestas



¿Te ha parecido clara y completa la información mostrada en la pantalla de fin del juego?

10 respuestas

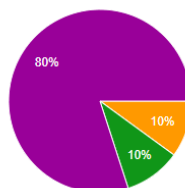


Imagen 42. Estadísticas de la métrica Funcionalidad

6.3.2.4 Problemas encontrados

Durante las pruebas de usabilidad, los usuarios identificaron los siguientes problemas que afectan la experiencia del usuario:

- **Error “Juego no encontrado”:** En ocasiones, al seleccionar un juego en la lista y pulsar rápidamente el botón “Jugar”, la aplicación mostraba una pantalla de error indicando que el juego no se había encontrado. Este problema se producía de forma intermitente y parecía estar relacionado con la velocidad de la interacción del usuario.
- **Conteo incorrecto de respuestas en el juego de suma y resta:** En el juego de suma y resta, si el usuario pulsaba una misma respuesta dos o más veces seguidas de forma rápida, el sistema contaba esas pulsaciones adicionales como intentos para las siguientes rondas. Esto provocaba una pérdida de intentos y dificultaba la consecución de una puntuación alta.
- **Rondas incompletas en el juego de suma y resta:** Aunque el juego de suma y resta indicaba que constaba de 25 rondas (con 25 puntos a conseguir), la partida finalizaba al llegar a la ronda 24, impidiendo al usuario completar todas las rondas y alcanzar la puntuación máxima.

6.3.2.5 Cambios realizados

En respuesta al *feedback* recibido durante las pruebas de usabilidad, se han implementado las siguientes modificaciones en la aplicación:

6.3.2.5.1 Mejoras en la funcionalidad

- **Conteo incorrecto de respuestas en el juego de suma y resta:** Se ha corregido el problema que provocaba un conteo incorrecto de respuestas en el juego de suma y resta al pulsar repetidamente el mismo botón. Ahora, se deshabilitan los botones una vez se ha recibido la respuesta del usuario y se vuelven a habilitar en la siguiente ronda, evitando la pérdida de intentos.
- **Rondas incompletas en el juego de suma y resta:** Se ha solucionado el problema que impedía al usuario completar la ronda 25 del juego de suma y resta. La partida ahora finaliza correctamente al completar la ronda 25 o cuando se agota el tiempo, permitiendo al usuario alcanzar la puntuación máxima.
- **Información adicional en las instrucciones:** Se ha añadido información relevante a las instrucciones de los juegos, como la duración total del juego, el número máximo de rondas y el número máximo de intentos permitidos. Esta información proporciona al usuario una mejor comprensión de la mecánica del juego y facilita la toma de decisiones durante la partida.

6.3.2.5.2 Ajustes en el diseño

- **Cambios en los colores de la interfaz:** Se han modificado los colores de algunos elementos de la interfaz de usuario, como los botones y la barra de navegación, para mejorar la estética y la legibilidad de la aplicación. Se han seleccionado colores que ofrecen un mejor contraste y una experiencia visual más agradable para el usuario.
- **Centrado del texto en los botones:** Se ha centrado el texto en algunos botones de la interfaz para mejorar la alineación visual y la legibilidad del texto. Este cambio proporciona una apariencia más pulida y profesional a la aplicación.

6.3.2.5.3 Problemas no resueltos

- **Error “Juego no encontrado”:** No se ha podido reproducir el error “Juego no encontrado” reportado por un usuario durante las pruebas. Se han realizado pruebas exhaustivas para identificar la causa del problema, pero no se ha encontrado ninguna situación en la que se reproduzca el error.

6.3.2.6 Recomendaciones para modificaciones futuras

Basándonos en los comentarios y sugerencias de los usuarios durante las pruebas de usabilidad, se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar la aplicación en futuras versiones:

- **Añadir nuevos juegos:** Los usuarios expresaron interés en una mayor variedad de juegos. Se sugiere incorporar juegos como Tangram, formación de figuras con piezas de puzle, laberintos, multiplicaciones y divisiones, y juegos de reflejos y velocidad de reacción. Esto aumentaría la diversidad y el atractivo de la aplicación.
- **Implementar diferentes niveles de dificultad:** Se recomendó implementar diferentes niveles de dificultad para cada juego, permitiendo a los usuarios adaptar el desafío a sus habilidades y progresar gradualmente. Esto aumentaría la rejugabilidad y la motivación de los usuarios.
- **Incorporar *feedback* sonoro y/o visual:** Se sugirió añadir *feedback* sonoro y/o visual al interactuar con la aplicación, como al pulsar botones, completar una ronda o lograr un nuevo récord. Esto haría la experiencia más inmersiva y gratificante.
- **Ampliar la información de las estadísticas:** Los usuarios mostraron interés en obtener información más detallada en las estadísticas, como el mejor tiempo en completar un juego, la puntuación mínima, la puntuación media y un histórico de puntuaciones para visualizar el progreso a lo largo del tiempo. Se podría mostrar un mensaje al finalizar la partida cuando se rompa un récord de tiempo, similar al mensaje actual para la puntuación máxima.
- **Implementar un modo oscuro:** Se recomienda ofrecer la opción de un modo oscuro para la interfaz de la aplicación, mejorando la legibilidad en entornos con poca luz y reduciendo la fatiga visual.

7 Conclusiones y trabajo futuro

Este apartado presenta las conclusiones derivadas del desarrollo de *Brain Trainer*. Se resumen los logros alcanzados, los desafíos superados y los aprendizajes obtenidos durante el proceso. Además, se exploran las perspectivas de futuro para la aplicación, incluyendo posibles mejoras, ampliaciones y aplicaciones en otros ámbitos. Se discuten también las funcionalidades que se desaconseja implementar para mantener el enfoque en el objetivo principal de la aplicación. En definitiva, este apartado ofrece una visión global del proyecto y su potencial para contribuir al campo del entrenamiento cognitivo.

7.1 Conclusiones

El presente Trabajo de Fin de Grado ha culminado con el desarrollo de *Brain Trainer*, una aplicación móvil diseñada para estimular el rendimiento cognitivo, especialmente en adultos mayores y personas con dificultades de aprendizaje. Se ha logrado el objetivo principal de crear una herramienta que ofrece juegos y actividades para el entrenamiento cognitivo, utilizando tecnologías como Android Studio, Kotlin, Jetpack Compose, Firebase y Hilt.

El desarrollo de la aplicación presentó desafíos, principalmente en el aprendizaje e integración de las tecnologías y la arquitectura *Clean Architecture*. La consulta de documentación, tutoriales y la aplicación de conocimientos de asignaturas como *Proceso del Software* (PSW), *Proyecto de Ingeniería del Software* (PIN), *Diseño de Software* (DDS), *Análisis y Elicitación de Requisitos* (AER) y *Mantenimiento y Evolución del Software* (MES) fueron cruciales para superar estos obstáculos. Estas asignaturas proporcionaron las bases para la selección de la metodología (Scrum y Kanban), la comprensión de *frameworks* y herramientas, la aplicación de patrones de diseño y código limpio, la identificación y análisis de requisitos, la elaboración de diagramas UML y el uso de GitHub para el control de versiones. Gracias a estos conocimientos, se logró construir un producto funcional con un código legible y mantenible.

Si bien se ha alcanzado un nivel de dominio básico en las tecnologías, suficiente para desarrollar un MVP funcional, se reconoce la necesidad de profundizar en ellas para futuras mejoras. La experiencia de desarrollo ha evidenciado la complejidad del desarrollo de software y la importancia de la formación continua.

Este proyecto ha supuesto un importante aprendizaje a nivel profesional y personal. Se han adquirido conocimientos y habilidades en el desarrollo de aplicaciones móviles, se ha consolidado la comprensión de la arquitectura *Clean Architecture* y se ha

experimentado el proceso completo de desarrollo de software. A nivel personal, se ha reforzado la capacidad de autoaprendizaje, la resolución de problemas y la perseverancia.

Lo más desafiante del proyecto fue el inicio del desarrollo del MVP y la programación de la funcionalidad de inicio de sesión. Lo más gratificante fue ver la aplicación terminada y funcionando, y recibir las valoraciones de los usuarios.

En conclusión, *Brain Trainer* se presenta como una herramienta con potencial para el entrenamiento cognitivo, con una base sólida para futuras mejoras. El desarrollo de este proyecto ha supuesto una valiosa experiencia de aprendizaje y un paso importante en la formación como ingeniero del software.

7.2 Trabajo futuro

Aunque *Brain Trainer* demuestra ser una aplicación funcional con potencial para el entrenamiento cognitivo, existen diversas áreas de mejora y expansión que podrían abordarse en futuros desarrollos:

- **Incorporación de nuevos juegos:** Incluir juegos que estimulen diferentes áreas cognitivas incrementaría la diversidad y atractivo de la aplicación para un público más amplio.
- **Niveles de dificultad ajustables:** Ofrecer diferentes niveles de dificultad en cada juego permitiría que los usuarios adapten la experiencia a sus necesidades, facilitando un progreso gradual que mantenga la motivación a largo plazo.
- **Feedback sonoro y visual:** Integrar respuestas sonoras y visuales mejoraría la experiencia, haciendo que el uso de la aplicación sea más inmersivo y gratificante mediante retroalimentación inmediata.
- **Ampliación de estadísticas:** Proveer más detalles en las estadísticas permitiría a los usuarios seguir su progreso con mayor precisión.
- **Modo oscuro:** Incluir un modo oscuro aumentaría la legibilidad en entornos de poca luz y reduciría la fatiga visual.

Los resultados obtenidos en este trabajo también podrían aplicarse en otros ámbitos, como el educativo, adaptando la aplicación para su uso en escuelas como herramienta de apoyo en el aprendizaje de matemáticas o en el desarrollo de habilidades cognitivas en niños.

Además de estas mejoras, la traducción de la aplicación a otros idiomas ampliaría su base de usuarios potenciales, haciendo la aplicación accesible a una audiencia global.

Para alinearse mejor con los objetivos de entrenamiento cognitivo, se desaconseja implementar funciones que no estén directamente relacionadas con dicho objetivo, como la integración de redes sociales o las compras en la aplicación, ya que esto podría distraer al usuario y afectar negativamente su experiencia. Del mismo modo, se recomienda evitar una interfaz excesivamente compleja, dando prioridad a la simplicidad y la facilidad de uso.

En resumen, el futuro desarrollo de *Brain Trainer* debe centrarse en ampliar sus funcionalidades, mejorar la experiencia de usuario y explorar aplicaciones en otros contextos. Con estas mejoras, se espera consolidar la aplicación como una herramienta eficaz y atractiva para el entrenamiento cognitivo.

8 Bibliografía

- [1] D. C. Park y S. B. Festini, «The Journals of Gerontology: Series B,» *Theories of Memory and Aging: A Look at the Past and a Glimpse of the Future*, vol. 72, nº 1, pp. 82-90, 1 Enero 2017.
- [2] National Institute on Aging (NIA), «National Institute on Aging,» 21 Diciembre 2023. [En línea]. Available: <https://www.nia.nih.gov/espanol/memoria/memoria-olvido-envejecimiento>. [Último acceso: 1 Febrero 2024].
- [3] C. Lasa Gómez, A. Álvarez García y R. de las Heras del Dedo, *Métodos Ágiles. Scrum, Kanban, Lean*, Anaya Multimedia, 2017.
- [4] S. Garrido Sotomayor, «IEBS,» 14 Noviembre 2023. [En línea]. Available: <https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/#:~:text=Por%20definici%C3%B3n%2C%20las%20metodolog%C3%ADas%20%C3%A1giles,las%20circunstancias%20espec%C3%ADficas%20del%20entorno>. [Último acceso: 3 Febrero 2024].
- [5] J. L. Hardy, R. A. Nelson, M. E. Thomason, D. A. Sternberg, K. Katovich, F. Farzin y M. Scanlon, «Enhancing Cognitive Abilities with Comprehensive Training: A Large, Online, Randomized, Active-Controlled Trial,» 2 Septiembre 2015.
- [6] Posit Science, «BrainHQ,» [En línea]. Available: <https://www.brainhq.com/world-class-science/science-team-research-partners/>. [Último acceso: 5 Marzo 2024].
- [7] L. Debrauwer y F. Van Der Heyde, *UML 2.5. Iniciación, Ejemplos Y Ejercicios Corregidos*, Cuarta ed., Eni, 2016.
- [8] R. S. Pressman y B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, Octava ed., McGraw Hill, 2014.
- [9] Android Developers, «Android Developers,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>. [Último acceso: 28 Agosto 2024].
- [10] E. Canorea, «Plain Concepts,» 30 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.plainconcepts.com/es/kotlin-android/>. [Último acceso: 28 Agosto 2024].
- [11] Android Developers, «Android Developers,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/codelabs/jetpack-compose-basics?hl=es-419#0>. [Último acceso: 28 Agosto 2024].
- [12] S. L. Mora, «DIGITAL55,» 17 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://digital55.com/blog/que-es-firebase-funcionalidades-ventajas-conclusiones/>. [Último acceso: 28 Agosto 2024].

- [13] Google Developers, «Firebase,» [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/auth?hl=es-419>. [Último acceso: 29 Agosto 2024].
- [14] Google Developers, «Firebase,» [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=es-419>. [Último acceso: 29 Agosto 2024].
- [15] Google Developers, «Firebase,» [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/crashlytics?hl=es-419>. [Último acceso: 29 Agosto 2024].
- [16] Google Developers, «Google Play Services,» [En línea]. Available: <https://developers.google.com/android/guides/overview?hl=es-419>. [Último acceso: 29 Agosto 2024].
- [17] Android Developers, «Android Developers,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/identity/sign-in/credential-manager>. [Último acceso: 29 Agosto 2024].
- [18] Android Developers, «Android Developers,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/jetpack?hl=es-419>. [Último acceso: 29 Agosto 2024].
- [19] Android Developers, «Android Developers,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/training/dependency-injection/hilt-android?hl=es-419>. [Último acceso: 29 Agosto 2024].
- [20] Android Developers, «Android Developers,» [En línea]. Available: <https://developer.android.com/training/dependency-injection/dagger-basics?hl=es-419>. [Último acceso: 29 Agosto 2024].
- [21] GitHub, Inc., «Documentación de GitHub,» [En línea]. Available: <https://docs.github.com/es/get-started/start-your-journey/about-github-and-git>. [Último acceso: 30 Agosto 2024].
- [22] J. S. Fernández, «XurxoDev,» 28 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://xurxodev.com/por-que-utilizo-clean-architecture-en-mis-proyectos/>. [Último acceso: 30 Agosto 2024].

9 Anexos

En esta sección se presenta información complementaria que amplía y refuerza los temas abordados en las secciones anteriores del TFG. Los anexos están organizados de manera clara y precisa, proporcionando detalles adicionales que enriquecen el contenido principal y facilitan una mejor comprensión del trabajo.

9.1 Descripciones de casos de uso

Esta sección proporciona una descripción detallada de cada uno de los casos de uso mencionados en las secciones 3.2, 3.3 y 3.4. Cada caso de uso se desglosa para incluir actores, precondiciones, relaciones con otros casos de uso, escenarios principales y alternativos. Estos detalles permiten una comprensión completa de las interacciones del usuario con la aplicación, asegurando que todos los requisitos funcionales estén claramente especificados y puedan ser implementados de manera efectiva. A continuación, se presentan las tablas correspondientes a cada caso de uso.

9.1.1 Casos de uso de inicio de la aplicación

Tabla 8. CU01: Registrar usuario

Caso de uso	Registrar usuario
Descripción	Permite a un nuevo usuario crear una cuenta en la aplicación proporcionando la información necesaria.
Actores	Usuario no autenticado
Precondición	El usuario no tiene cuenta registrada o ha cerrado una sesión anterior.
Relaciones	-
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none">1. El usuario abre la aplicación por primera vez.2. El sistema presenta la pantalla de inicio.3. El usuario pulsa el botón "Registrarse con Google".4. El sistema muestra el formulario de registro.5. El usuario completa el formulario con su nombre, dirección de correo electrónico y contraseña.6. El usuario confirma la creación de la cuenta.7. El sistema verifica la información proporcionada.8. El sistema muestra un mensaje de confirmación y redirige al usuario a la pantalla de navegación.
Alternativas	<ol style="list-style-type: none">7. Error en la validación.

	<p>7.1. El sistema muestra un mensaje de error indicando el problema (por ejemplo, dirección de correo electrónico ya en uso o contraseña no segura).</p> <p>7.2. El usuario corrige los datos y vuelve a enviar el formulario.</p> <p>7.3. El sistema vuelve a verificar la información proporcionada.</p>
--	---

Tabla 9. CU02: Iniciar sesión

Caso de uso	Iniciar sesión
Descripción	Permite a un usuario existente iniciar sesión en la aplicación utilizando sus credenciales previamente registradas.
Actores	Usuario no autenticado
Precondición	El usuario ya tiene una cuenta registrada en la aplicación.
Relaciones	-
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario abre la aplicación. 2. El sistema presenta la pantalla de inicio. 3. El usuario pulsa el botón "Iniciar sesión". 4. El sistema muestra el formulario de inicio de sesión. 5. El usuario introduce su dirección de correo electrónico y contraseña. 6. El usuario confirma el inicio de sesión. 7. El sistema verifica las credenciales ingresadas. 8. El sistema autentica al usuario y redirige a la pantalla de navegación.
Alternativas	<ol style="list-style-type: none"> 5. Error en la verificación de credenciales. <ol style="list-style-type: none"> 5.1. El sistema muestra un mensaje de error indicando que las credenciales son incorrectas. 5.2. El usuario tiene la opción de reingresar las credenciales o seleccionar "¿Olvidó su contraseña?" para recuperar el acceso. 5.3. Si el usuario elige reingresar las credenciales, el sistema vuelve a verificar la información proporcionada.

9.1.2 Casos de uso de navegación por la aplicación

Tabla 10. CU03: Ver juegos

Caso de uso	Ver juegos
Descripción	Permite al usuario autenticado ver las diferentes categorías de entrenamiento y los juegos disponibles en cada una de ellas.
Actores	Usuario autenticado
Precondición	El usuario ha iniciado sesión en la aplicación.
Relaciones	-
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none">1. El usuario selecciona la categoría de entrenamiento deseada (por ejemplo, memoria, atención, velocidad de procesamiento).2. El sistema recupera la lista de juegos disponibles dentro de la categoría seleccionada y se la muestra al usuario.
Alternativas	-

Tabla 11. CU04: Jugar a un juego

Caso de uso	Jugar a un juego
Descripción	Permite al usuario autenticado seleccionar y jugar a un juego de entrenamiento cognitivo, siguiendo las instrucciones y recibiendo retroalimentación sobre su rendimiento.
Actores	Usuario autenticado
Precondición	El usuario ha seleccionado una categoría de entrenamiento.
Relaciones	-
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none">1. El usuario selecciona un juego específico dentro de la categoría de entrenamiento.2. El sistema presenta las instrucciones del juego, los tres mejores resultados y el botón "Jugar".3. El usuario pulsa el botón "Jugar".4. El sistema muestra el juego, los puntos, una flecha de retroceso y un botón "?".

	<ol style="list-style-type: none"> 5. El usuario comienza a jugar siguiendo las instrucciones proporcionadas. 6. El sistema monitorea y registra el rendimiento del usuario durante el juego. 7. Al finalizar el juego, el sistema muestra los tres mejores resultados obtenidos por el usuario, un mensaje de celebración o de ánimo dependiendo de la puntuación obtenida y el botón “Jugar más juegos”. 8. El usuario pulsa el botón “Jugar más juegos”. 9. El sistema redirige al usuario a la pantalla de juegos.
Alternativas	<ol style="list-style-type: none"> 5. El usuario pulsa la flecha de retroceso. <ol style="list-style-type: none"> 5.1. El sistema muestra un <i>popup</i> preguntado si quiere salir del juego. 5.2. El usuario puede aceptar o retractarse. 5.3. Si acepta, el usuario vuelve a la pantalla de juegos. Si se retracta, sigue jugando.
	<ol style="list-style-type: none"> 5. El usuario pulsa el botón “?”. 5.1. El sistema muestra un <i>popup</i> con las instrucciones del juego. 5.2. Si el usuario pulsa el botón “Entendido”, vuelve al juego.

Tabla 12. CU05: Ver seguimiento del progreso

Caso de uso	Ver seguimiento del progreso
Descripción	Permite al usuario autenticado revisar su progreso y estadísticas de entrenamiento cognitivo, comparando su rendimiento actual con los resultados anteriores.
Actores	Usuario autenticado
Precondición	Existen datos de rendimiento del usuario disponibles en el sistema.
Relaciones	-
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la sección de estadísticas desde el menú de navegación. 2. El sistema recupera y muestra los datos de la opción “General”, que representan el rendimiento del usuario

	<p>en diferentes categorías de entrenamiento cognitivo y su rendimiento general.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. El usuario pulsa la opción “Por juego”. 4. El sistema muestra el rendimiento por cada juego. 5. El sistema actualiza automáticamente las estadísticas después de cada sesión de entrenamiento.
Alternativas	<ol style="list-style-type: none"> 2. Error en la recuperación de datos. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. El sistema muestra un mensaje de error indicando que no se pueden recuperar los datos. 2.2. El usuario puede recargar la pantalla. 2.3. El sistema intenta recuperar los datos.

9.1.3 Casos de uso de configuración

Tabla 13. CU06: Ver configuración

Caso de uso	Ver configuración
Descripción	Permite al usuario autenticado acceder a las opciones de configuración de la aplicación.
Actores	Usuario autenticado
Precondición	-
Relaciones	-
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la opción de configuración desde el menú de navegación. 2. El sistema presenta al usuario la pantalla de configuración, que incluye secciones para editar el perfil de usuario, ajustar el volumen de la música y los efectos de sonido, borrar la cuenta y cerrar sesión. 3. El usuario puede navegar por las opciones disponibles.
Alternativas	-

Tabla 14. CU07: Editar información del perfil

Caso de uso	Editar información del perfil
Descripción	Permite al usuario autenticado modificar su información personal.
Actores	Usuario autenticado

Precondición	El usuario ha accedido a la sección de configuración.
Relaciones	-
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la opción “Perfil de usuario” en la pantalla de configuración. 2. El sistema presenta un formulario con los campos editables del perfil del usuario (nombre, dirección de correo electrónico y contraseña). 3. El usuario modifica la información deseada y envía el formulario. 4. El sistema valida los datos ingresados por el usuario. 5. El sistema actualiza la información del perfil en la base de datos. 6. El sistema muestra un mensaje de confirmación indicando que la información del perfil se ha actualizado correctamente.
Alternativas	<ol style="list-style-type: none"> 4. Error en la validación de los datos ingresados. <ol style="list-style-type: none"> 4.1. El sistema muestra un mensaje de error indicando los campos que deben ser corregidos. 4.2. El usuario corrige los datos y reenvía el formulario.

Tabla 15. CU08: Configurar volumen de la música y los efectos de sonido

Caso de uso	Configurar volumen de la música y los efectos de sonido
Descripción	Permite al usuario autenticado ajustar el volumen de la música y los efectos de sonido dentro de la aplicación.
Actores	Usuario autenticado
Precondición	El usuario ha accedido a la sección de configuración.
Relaciones	-
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la opción “Sonido” en la pantalla de configuración. 2. El sistema presenta una interfaz con controles deslizantes para ajustar el volumen de la música y los efectos de sonido. 3. El usuario ajusta el volumen de la música y/o los efectos de sonido según sus preferencias.

	4. El sistema actualiza automáticamente las configuraciones de volumen en la base de datos.
Alternativas	-

Tabla 16. CU09: *Borrar cuenta*

Caso de uso	Borrar cuenta
Descripción	Permite al usuario autenticado eliminar su cuenta y todos los datos asociados de la aplicación.
Actores	Usuario autenticado
Precondición	El usuario ha accedido a la sección de configuración.
Relaciones	-
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la opción “Borrar cuenta” en la pantalla de configuración. 2. El sistema muestra un mensaje de advertencia sobre la eliminación permanente de la cuenta y los datos asociados. 3. El usuario confirma su intención de borrar la cuenta. 4. El sistema elimina la cuenta del usuario y todos los datos asociados de la base de datos. 5. El sistema muestra un mensaje de confirmación indicando que la cuenta ha sido borrada correctamente. 6. El sistema cierra la sesión del usuario y lo redirige a la pantalla de inicio.
Alternativas	-

Tabla 17. CU10: *Cerrar sesión*

Caso de uso	Cerrar sesión
Descripción	Permite al usuario autenticado cerrar sesión en la aplicación.
Actores	Usuario autenticado
Precondición	El usuario ha accedido a la sección de configuración.
Relaciones	-

Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la opción “Cerrar sesión” en la pantalla de configuración. 2. El sistema muestra un mensaje de confirmación para asegurarse de que el usuario desea cerrar la sesión. 3. El usuario confirma que desea cerrar la sesión. 4. El sistema invalida la sesión actual del usuario. 5. El sistema elimina las credenciales de la sesión activa en el dispositivo. 6. El sistema redirige al usuario a la pantalla de inicio.
Alternativas	<ol style="list-style-type: none"> 3. El usuario cancela la acción de cerrar sesión. <ol style="list-style-type: none"> 3.1. El sistema mantiene la sesión activa y redirige al usuario de vuelta a la pantalla anterior.

9.2 Tablas de las pruebas de calidad

Esta sección contiene las tablas con los resultados detallados de las pruebas de calidad realizadas a la aplicación. Las tablas se organizan según las categorías de evaluación definidas en la sección 6.2 Pruebas de calidad: experiencia visual, funcionalidad, rendimiento y estabilidad, privacidad y seguridad, y Google Play. Cada tabla incluye una descripción de las pruebas realizadas, los criterios de evaluación y los resultados obtenidos.

Tabla 18. *Pruebas de experiencia visual*

Área	Pruebas	Descripción	¿Supera la prueba?
Navegación	CR-3	La app admite la navegación estándar del botón Atrás y no utiliza avisos personalizados en pantalla para este.	Sí
	CR-3	La app admite la navegación por gestos a fin de navegar a la pantalla principal y volver a ella.	Sí
	CR-1 CR-3 CR-5	La app preserva y restaura correctamente el estado del usuario o la app. La app preserva el estado del usuario o la app cuando abandona el primer plano y evita la pérdida accidental de datos a causa de la navegación hacia atrás y otros cambios de estado.	Sí
Notificaciones	CR-9	Las notificaciones siguen los lineamientos de diseño. En particular: <ol style="list-style-type: none"> 1. Las notificaciones no se utilizan para realizar promoción cruzada ni para publicitar otro producto, ya que Play Store lo prohíbe de forma estricta. 2. Los canales de notificaciones se definen según las prácticas 	No aplica. La aplicación no utiliza notificaciones.

		<p>recomendadas, en lugar de entregar todas las notificaciones desde un canal único.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Selecciona la prioridad de notificación correcta. 4. Cuando sea posible, las notificaciones se consolidarán en un solo grupo de notificaciones. 5. Establece tiempos de espera para las notificaciones cuando sea necesario. 6. Las notificaciones solo son recurrentes si están relacionadas con eventos actuales (como la reproducción de música o una llamada telefónica). Para obtener más información, consulta la sección Funcionalidad. 	
	CR-9	<p>Para apps de mensajería o sociales y conversaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usa las notificaciones MessagingStyle para las conversaciones. 2. Brinda compatibilidad con la acción de respuesta directa. 3. Admite combinaciones de teclas en conversaciones e implementa prácticas recomendadas para obtener la mejor clasificación de uso compartido. 4. Admite burbujas. 	<p>No aplica. La aplicación no es de mensajería ni social.</p>

IU y gráficos	CR-5	La app admite orientaciones horizontal y vertical, y estados de dispositivos plegados y desplegados.	No. La aplicación está diseñada para dispositivos móviles en orientación vertical. Se considerará la compatibilidad con otros formatos en futuras versiones.
	CR-5	La app llena su ventana en ambas orientaciones y no está en formato letterbox debido a los cambios de configuración, como el plegado y el desplegado del dispositivo.	Sí
	CR-5	La app controla correctamente las transiciones rápidas entre las orientaciones de la pantalla y el plegado y desplegado del dispositivo sin problemas de renderización de la pantalla y sin perder el estado.	No. La aplicación no está diseñada para dispositivos plegables. Se considerará la compatibilidad con estos dispositivos en futuras versiones.
Calidad visual	CR-all	La app muestra gráficos, texto, imágenes y otros elementos de la IU sin distorsión, esfumado ni pixelado notables.	Sí
	CR-all	La app muestra texto y bloques de texto de forma aceptable para cada uno de los idiomas que admite.	Sí
	CR-all	El contenido de la app y el contenido web al que esta hace referencia admiten el tema oscuro.	No. Actualmente no se admite el tema oscuro. Se añadirá en futuras versiones.
Accesibilidad	CR-all	El tamaño de los objetivos táctiles debe ser de 48 dp como mínimo.	Sí
	CR-all	El contenido de primer plano y el texto de la app deben mantener una	Sí

		relación de contraste de color lo suficientemente alta con su fondo.	
	CR-all	Describe cada elemento de la IU, excepto TextView, mediante contentDescription.	Sí

Tabla 19. Pruebas de funcionalidad

Área	Pruebas	Descripción	¿Supera la prueba?
Audio	CR-1 CR-8	La reproducción de audio continúa cuando la app regresa a primer plano, o le indica al usuario que la reproducción está pausada.	No aplica. La aplicación no incluye la reproducción de audio.
	CR-1 CR-2 CR-8	Si la reproducción de audio es una función principal, la app deberá admitir la reproducción en segundo plano.	
	CR-0	Cuando el usuario inicie la reproducción de audio, la app deberá realizar una de las siguientes acciones antes de que transcurra un segundo: <ul style="list-style-type: none"> 1. Comenzar a reproducir el audio. 2. Proporcionar un indicador visual de que los datos de audio se están preparando. 	
	CR-0	La app deberá solicitar foco de audio cuando el audio comience a reproducirse y deberá abandonarlo cuando se detenga la reproducción.	
	CR-0	La app deberá controlar las solicitudes de foco de audio de otras apps. Por ejemplo, una app podría bajar el volumen de reproducción cuando otra reproduzca contenido de voz.	
Contenido multimedia	CR-0 CR-6 CR-8	Si la app reproduce audio en segundo plano, deberá crear una notificación con estilo MediaStyle.	No aplica. La aplicación no

	CR-0	Si la app reproduce video, deberá admitir la reproducción pantalla en pantalla.	incluye contenido multimedia.
	CR-0	Si la app codifica contenido de video, deberá hacerlo mediante el estándar de compresión de videos HEVC.	
Se comparte	CR-0	La app deberá usar Android Sharesheet cuando comparta contenido. Puede sugerir objetivos que no están disponibles para las soluciones personalizadas.	No aplica. La aplicación no incluye la funcionalidad de compartir contenido.
Servicio en segundo plano	CR-6	La app evita que se ejecuten servicios innecesariamente largos en segundo plano. Para garantizar que el dispositivo del usuario funcione sin problemas, el sistema aplica varias restricciones a los servicios en segundo plano.	No aplica. La aplicación no utiliza servicios en segundo plano.

Tabla 20. Pruebas de rendimiento y estabilidad

Área	Pruebas	Descripción	¿Supera la prueba?
Estabilidad	CR-all SD-1	La app no falla ni bloquea el subproceso de IU que provoca errores ANR ("Android no responde").	Sí
Rendimiento	CR-all SD-1	La app se carga rápidamente o le proporciona al usuario comentarios en pantalla (como un indicador de progreso o una señal similar) en el caso de que tarde más de dos segundos en cargarse.	Sí
	CR-all SD-1	Las apps deberán renderizar los fotogramas cada 16 ms a efectos de alcanzar 60 fotogramas por segundo.	Sí
	PM-1	Cuando StrictMode está activado, no se verán destellos rojos durante la prueba de la app. Cualquier destello rojo indica un	Sí

		comportamiento inadecuado en relación con el almacenamiento, el acceso a la red o las fugas de memoria.	
SDK	CR-0	La app se ejecutará en la última versión pública de la plataforma de Android sin que se produzca una falla y sin que haya un impacto sobre la funcionalidad principal.	Sí
	SP-1	La app se orienta al SDK de Android más reciente necesario para alinearse con los requisitos de Google Play mediante la configuración del valor targetSdk.	Sí
	SP-1	Se compilará la app con el último SDK de Android estableciendo el valor compileSdk.	Sí
	SP-2 SP-3	Todos los SDKs de Google o de terceros usados están actualizados.	Sí
	SP-3	La app no usa interfaces que no pertenecen al SDK.	Sí
	SP-2	No se incluyen bibliotecas de depuración en la app de productividad. Esto puede causar problemas de rendimiento y de seguridad.	No. Se verificará que no se incluyan bibliotecas de depuración en la versión final de la aplicación.
Batería	BA-1	La app admite correctamente las funciones de administración de energía que se introdujeron en Android 6.0 (Descanso y App Standby). Cuando se interrumpe la funcionalidad central por la gestión de energía, solo apps calificadas pueden solicitar una exención.	Sí

Tabla 21. Pruebas de privacidad y seguridad

Área	Pruebas	Descripción	¿Supera la prueba?
------	---------	-------------	--------------------

Permisos	SC-4	La app solicita solo la cantidad <i>mínima absoluta</i> de permisos que necesita a fin de admitir el caso de uso en cuestión.	Sí
		La app solicita permiso de acceso a datos sensibles (como los SMS, el registro de llamadas o la ubicación) o a servicios que cuesten dinero (como el Teléfono o los SMS) si están directamente relacionados con los casos de uso principales de las apps. Las consecuencias relacionadas con estos permisos deberán divulgarse de manera destacada al usuario.	Sí
	CR-0	La app solicita permisos de tiempo de ejecución en contexto, cuando se solicita la funcionalidad, en lugar de hacerlo directamente durante el inicio de la app.	Sí
	CR-0	La app transmite claramente el motivo por el que se necesitan ciertos permisos o sigue el flujo recomendado para explicar por qué necesita un permiso.	Sí
	CR-0	La app deberá degradarse de manera elegante cuando los usuarios rechacen o revoquen un permiso. La app no deberá impedir que el usuario acceda a ella.	Sí
Datos y archivos	SC-1	Todos los datos sensibles se almacenan en el almacenamiento interno de la app.	Sí
	SC-10	No se registran datos personales o sensibles de los usuarios en el registro del sistema ni en un registro específico de la app.	Sí
		La app no deberá usar IDs de hardware que no se puedan restablecer, como el IMEI, para fines de identificación.	Sí
Identidad	CR-0	La app brinda sugerencias para autocompletar las credenciales de la cuenta y otra información sensible, como datos de tarjetas	Sí

		de crédito, direcciones físicas y números de teléfono.	
	CR-0	Integra el Administrador de credenciales para Android a fin de obtener una experiencia de acceso fluida que unifique la compatibilidad con las llaves de acceso, la identidad federada y las contraseñas tradicionales.	Sí
	CR-0	La app admite la autenticación biométrica para proteger las transacciones financieras y la información sensible, como los documentos importantes de los usuarios.	No aplica. La app no emplea la autenticación biométrica.
Componentes de la app	SC-5	La app establece el atributo android:exported de forma explícita para todas las actividades, los servicios, los receptores de emisión y, en especial, los proveedores de contenido.	Sí
	CR-0 SC-4	Todos los intents y transmisiones siguen las prácticas recomendadas.	No aplica. La aplicación no utiliza intents ni transmisiones para compartir datos con otras aplicaciones.
	SC-3	Todos los componentes que <i>comparten contenido entre tus apps</i> usan android:protectionLevel="signature" para los permisos personalizados. Esto incluye actividades, servicios, receptores de emisión y, en especial, proveedores de contenido.	No aplica. La aplicación no comparte contenido con otras aplicaciones.
Redes	SC-9	Todo el tráfico de red se envía mediante SSL.	Sí
	SC-6	La aplicación declara una configuración de seguridad de red.	Sí
		Si la aplicación utiliza los Servicios de Google Play, se inicializará el proveedor de seguridad cuando lo haga la aplicación.	No. La aplicación utiliza los Servicios de

			Google Play, pero no se inicializa el proveedor de seguridad.
WebViews	SC-6	No uses <code>setAllowUniversalAccessFromFileURLs()</code> para acceder al contenido local. En su lugar, usa <code>WebViewAssetLoader</code> .	No aplica. La aplicación no utiliza WebViews.
	SC-7	Las WebViews no deben usar <code>addJavaScriptInterface()</code> con contenido que no sea de confianza. En su lugar, en Android 6.0 y versiones posteriores, usa los canales de mensajes HTML.	
Ejecución		La app no carga código dinámicamente desde fuera del APK de la app.	Sí
Criptografía		La app usa un generador de números aleatorios y algoritmos criptográficos fuertes y proporcionados por la plataforma. Además, la app no implementa algoritmos personalizados.	Sí

Tabla 22. Pruebas de Google Play

Área	Pruebas	Descripción	¿Supera la prueba?
Políticas	GP-all	La app cumple estrictamente con los términos de la Política de Contenido para Desarrolladores de Google Play y no ofrece contenido inapropiado ni utiliza propiedad intelectual ni marcas de otros, entre otras cosas.	No aplica. Dado que la aplicación es un MVP, estas pruebas no se han superado aún. El enfoque principal del MVP es validar la funcionalidad principal y
	GP-1	El nivel de madurez de la app se establece de forma correcta en función	

		de los Lineamientos de Clasificación del Contenido.	obtener <i>feedback</i> de los usuarios.
Página de detalles de la app	GP-1 GP-2	<p>El gráfico de funciones de la app sigue las pautas para el gráfico de funciones. Asegúrate de lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El directorio de la app incluye un gráfico central de alta calidad. 2. El gráfico central no contiene imágenes de dispositivos, capturas de pantalla ni texto pequeño que resulte ilegible cuando la app se reduzca en tamaño para visualizarse en el tamaño más pequeño de pantalla que tu app admita. 3. El gráfico central no se parece a un anuncio publicitario. 	
	GP-1	Las capturas de pantalla y los videos de la app no muestran ni hacen referencia a dispositivos que no sean Android.	
	GP-1	Las capturas de pantalla o los videos de la app no representan el contenido ni la experiencia que ofrece tu app de forma confusa.	
Asistencia para el usuario	GP-1	Los errores comunes informados por los usuarios en la pestaña Reseñas de la página de Google Play se abordan siempre que se puedan reproducir y ocurran en muchos dispositivos diferentes. Si se produce un error en unos pocos dispositivos, aún debes abordarlo en caso de que esos dispositivos sean especialmente populares o nuevos.	

9.3 Guion de las pruebas de usabilidad

Este anexo presenta el guion utilizado para guiar a los participantes durante las pruebas de usabilidad de la aplicación *Brain Trainer*.

Guion de las pruebas de usabilidad para la app Brain Trainer

Objetivo

Evaluar la usabilidad y la experiencia de usuario de la aplicación.

Tareas

1. Inicio de sesión:

- a. Abre la aplicación.
- b. Inicia sesión utilizando tu cuenta de Google.
- c. Pulsa en la opción Configuración.
- d. Verifica que la información de tu perfil (foto de perfil, nombre y correo electrónico) se muestra correctamente.

2. Entrenamiento cognitivo:

- a. Pulsa en la opción Juegos.
- b. Verifica que se muestran diversos juegos divididos en categorías.
- c. Selecciona un juego.
- d. En la siguiente pantalla comprueba que se muestra el nombre del juego, las instrucciones que tienes que seguir para superarlo, la mejor puntuación obtenida (si ya has jugado al juego anteriormente) y el botón Jugar.
- e. Pulsa el botón Jugar y navega a la pantalla del juego.
- f. Juega al juego y comprueba que obtienes el *feedback* necesario de la interfaz del juego (los puntos se muestran correctamente, el temporizador avanza, entre otros).
- g. Una vez terminado el juego, deberías navegar hacia la pantalla de fin del juego.
- h. En esta pantalla, comprueba que se muestra correctamente la puntuación que acabas de obtener y tu anterior record como también un mensaje indicando si has establecido un nuevo record o no y el botón “Jugar a otros juegos”.
- i. Pulsa dicho botón para volver a la pantalla de juegos.

3. Estadísticas:

- a. Pulsa en la opción Estadísticas.

- b. En “Generales”, observa si la información respecto a cada categoría y el rendimiento general son correctos.
- c. En “Por juego”, observa si la información respecto a cada juego es correcta.

4. Repite los pasos 2 y 3 un par de veces para todos los juegos.

5. Cierre de sesión:

- a. Pulsa en la opción Configuración.
- b. Pulsa el botón “Cerrar sesión”.
- c. Una vez en la pantalla de inicio, vuelve a iniciar sesión en la aplicación.
- d. Pulsa en la opción Estadísticas.
- e. Comprueba que en las pestañas “Generales” y “Por juego” las puntuaciones que hayas obtenido sean correctas.

6. Borrar cuenta:

- a. Pulsa en la opción Configuración.
- b. Pulsa el botón “Borrar cuenta”.
- c. Debería aparecer un mensaje explicando los riesgos de borrar la cuenta, entonces confirma tu decisión.
- d. En caso de que necesites reautenticarte, aparecerá la opción de seleccionar tu cuenta de Google.
- e. Una vez en la pantalla de inicio, vuelve a iniciar sesión en la aplicación.
- f. Pulsa en la opción Estadísticas.
- g. Comprueba que en las pestañas “Generales” y “Por juego” se hayan borrado las puntuaciones que hayas obtenido.

9.4 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.	X			
ODS 4. Educación de calidad.		X		
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.		X		
ODS 10. Reducción de las desigualdades.		X		
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.				X
ODS 12. Producción y consumo responsables.				X
ODS 13. Acción por el clima.				X
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				X
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X

El TFG centrado en el desarrollo de la aplicación *Brain Trainer* tiene como objetivo principal proporcionar una herramienta para el entrenamiento cognitivo, especialmente dirigida a adultos mayores y personas con dificultades de aprendizaje. Si bien la aplicación no se relaciona directamente con la mayoría de los ODS, se puede establecer una conexión significativa con algunos de ellos, principalmente con el ODS 3: *Salud y bienestar*, el ODS 4: *Educación de calidad*, el ODS 9: *Industria, innovación e infraestructuras* y el ODS 10: *Reducción de las desigualdades*.

ODS 3: Salud y bienestar

Brain Trainer tiene una relación directa con este objetivo al promover la salud mental y el bienestar cognitivo. La aplicación ofrece juegos y actividades que estimulan diferentes áreas cognitivas, como la memoria, la atención y la velocidad de procesamiento. El entrenamiento cognitivo regular puede contribuir a mantener la salud mental, prevenir el

deterioro cognitivo asociado al envejecimiento y mejorar la calidad de vida de las personas con dificultades de aprendizaje.

ODS 4: Educación de calidad

Aunque *Brain Trainer* no es una aplicación educativa en sí misma, puede utilizarse como una herramienta complementaria para el aprendizaje y el desarrollo de habilidades cognitivas. Los juegos y actividades de la aplicación pueden ser útiles para reforzar conceptos aprendidos en el ámbito educativo, mejorar la capacidad de concentración y la memoria, y promover el desarrollo de habilidades de resolución de problemas.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructuras

El desarrollo de *Brain Trainer* se basa en la innovación tecnológica y la utilización de infraestructuras digitales. La aplicación se ha creado utilizando tecnologías modernas como Android Studio, Kotlin, Jetpack Compose y Firebase, que permiten ofrecer una experiencia de usuario intuitiva y eficiente. Además, la aplicación se distribuiría a través de plataformas digitales, lo que facilita su acceso a un público amplio.

ODS 10: Reducción de las desigualdades

Brain Trainer puede contribuir a la reducción de las desigualdades al proporcionar una herramienta accesible para el entrenamiento cognitivo, independientemente de la ubicación geográfica o la condición socioeconómica del usuario. La aplicación se distribuye de forma gratuita y se puede utilizar en dispositivos móviles Android, que son ampliamente accesibles en la actualidad. Además, la aplicación está diseñada para ser utilizada por personas de diferentes edades y niveles de habilidad, lo que la convierte en una herramienta inclusiva.

En resumen, aunque *Brain Trainer* no se relaciona directamente con todos los ODS, tiene un impacto positivo en algunos de ellos, principalmente en el ODS 3: *Salud y bienestar*. La aplicación promueve la salud mental y el bienestar cognitivo, puede utilizarse como una herramienta complementaria para el aprendizaje, se basa en la innovación tecnológica y contribuye a la reducción de las desigualdades. Con futuras mejoras y ampliaciones, se espera que la aplicación pueda tener un impacto aún mayor en el logro de los ODS.