



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE  
TELECOMUNICACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

**PLATAFORMA DE ENTRENAMIENTO COGNITIVO  
APOYADO EN IA PARA PERSONAS MAYORES**

Autor: Gonzalo de Alfonso Borrachero

Director: Israel Alonso Martínez

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
Plataforma de Entrenamiento Cognitivo apoyado en IA para Personas Mayores  
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico 2024/25 es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido  
tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Gonzalo de Alfonso Borrachero

Fecha: 02/07/2025



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Israel Alonso Martínez

Fecha: 02/ 07/ 2025







GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE  
TELECOMUNICACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

**PLATAFORMA DE ENTRENAMIENTO COGNITIVO  
APOYADO EN IA PARA PERSONAS MAYORES**

Autor: Gonzalo de Alfonso Borrachero

Director: Israel Alonso Martínez

Madrid

# Agradecimientos

A mi familia, por vuestro apoyo incondicional, por enseñarme desde pequeño a esforzarme y por estar siempre ahí.

A mis amigos, por las risas y por todos los buenos momentos que hemos pasado a lo largo de estos años.

A Israel, mi director de TFG, por confiar en mi idea desde el principio, por tu apoyo y disponibilidad en todo momento.

Y a todas las personas que, con su ayuda o consejo, han aportado su granito de arena para que este proyecto saliera adelante.



# PLATAFORMA DE ENTRENAMIENTO COGNITIVO APOYADO EN IA PARA PERSONAS MAYORES

**Autor: Gonzalo de Alfonso**

Director: Israel Alonso Martínez

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

## RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto trata sobre el desarrollo de una plataforma web pensada para que personas mayores puedan entrenar sus capacidades cognitivas de forma sencilla, desde casa y sin necesidad de conocimientos técnicos. La plataforma incluye ejercicios enfocados en memoria, atención y razonamiento, y además genera un informe mensual automático con un resumen personalizado del progreso del usuario, gracias a la integración de una inteligencia artificial.

**Palabras clave:** estimulación cognitiva, personas mayores, inteligencia artificial, plataforma web.

### 1. Introducción

El envejecimiento de la población es una realidad cada vez más presente, y con ello aumentan también los retos asociados al deterioro cognitivo. Muchas personas mayores notan que, con el paso del tiempo, pierden agilidad mental, les cuesta más concentrarse o recordar cosas. Aunque existen soluciones que ayudan a trabajar estas capacidades, no todas son accesibles, fáciles de usar o motivadoras.

Con esto en mente, el objetivo de este proyecto ha sido crear una plataforma sencilla y práctica, adaptada a personas mayores, para que puedan ejercitar su mente de forma regular y llevar un seguimiento de cómo van evolucionando. La idea ha sido combinar tecnología útil con un diseño claro y accesible.

### 2. Definición del proyecto

La plataforma permite a los usuarios registrarse, acceder a su perfil, realizar distintos juegos cognitivos y recibir informes que analizan su rendimiento. Aunque de momento la dificultad de los ejercicios no se ajusta automáticamente, sí que se guarda el resultado de cada intento y se genera un informe mensual, redactado con ayuda de inteligencia artificial, en el que se analiza la evolución del usuario de forma comprensible.

A lo largo del proyecto, se ha dado mucha importancia a que el diseño sea intuitivo y visualmente cómodo. Los botones, las instrucciones y la estructura están pensados para que cualquier persona, incluso sin experiencia con ordenadores, pueda utilizar la plataforma sin problema.

### 3. Descripción del modelo/sistema/herramienta

El sistema está construido con tecnologías web modernas. Se ha utilizado Flask como framework para la parte del servidor, y HTML, CSS y JavaScript para la interfaz. La base de datos está gestionada con SQLAlchemy, y se usa la API de OpenAI para generar los informes personalizados de cada usuario.

La plataforma está organizada en diferentes secciones:

- Registro e inicio de sesión.
- Juegos divididos por tipo de capacidad cognitiva.
- Historial de informes, que permite ver el progreso anterior.
- Panel con gráficos para ver la evolución de cada categoría.
- Perfil de usuario editable.

Todo está montado de forma modular para que, en el futuro, sea fácil ampliar el número de juegos o incluir nuevas funciones, como adaptar automáticamente la dificultad.

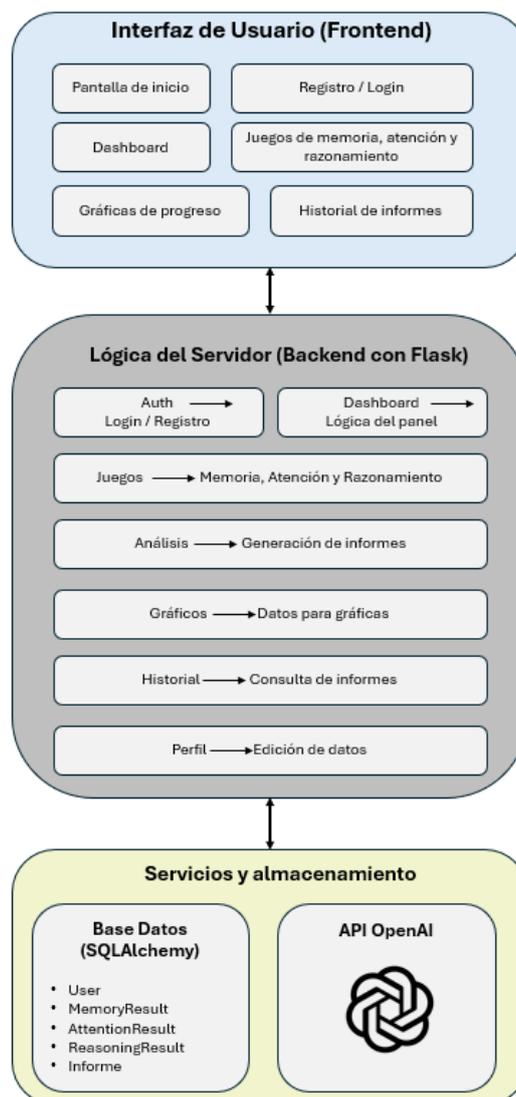


Ilustración 1 - Esquema general del sistema y sus componentes principales

## 4. Resultados

La plataforma está operativa y todas las funciones básicas están implementadas. El usuario puede entrar, jugar, guardar sus resultados y, cada mes, recibir un informe generado automáticamente por la IA. Este informe es claro, personalizado y fácil de entender, y ayuda a la persona a saber en qué está mejorando y qué podría seguir trabajando.

También se ha añadido una sección de historial, donde los usuarios pueden consultar sus informes anteriores y ver gráficamente su evolución. Aunque aún se pueden añadir mejoras, como más juegos o niveles de dificultad, la plataforma funciona bien y cumple con lo que se propuso al principio.



Ilustración 2 - Gráficos de evolución por cada tipo de ejercicio

## 5. Conclusiones

Este trabajo ha sido una forma de aplicar todos los conocimientos adquiridos durante la carrera a un proyecto real, útil y con sentido social. Se ha conseguido crear una herramienta completa, pensada para un público concreto y con posibilidades de seguir creciendo.

Además del aprendizaje técnico, el proyecto ha servido para entender mejor la importancia de adaptar la tecnología a las personas. A veces, lo más difícil no es hacer algo que funcione, sino hacer algo que cualquiera pueda usar con comodidad. Y en ese sentido, la plataforma ha sido un buen punto de partida.

# AI-SUPPORTED COGNITIVE TRAINING PLATFORM FOR OLDER ADULTS

**Author: Gonzalo de Alfonso Borrachero**

Supervisor: Israel Alonso Martínez

Collaborating Entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas)

## ABSTRACT

This project focuses on the development of a web platform designed to help older adults train their cognitive abilities easily, from home, and without the need for technical knowledge. The platform includes exercises focused on memory, attention, and reasoning, and it also generates an automatic monthly report with a personalized summary of the user's progress, thanks to the integration of artificial intelligence.

**Keywords:** cognitive stimulation, older adults, artificial intelligence, web platform.

## 1. Introduction

As life expectancy increases, so do the challenges related to cognitive decline. Many older people notice that, over time, they lose mental agility, find it harder to concentrate, or struggle to remember things. While there are solutions that help work on these skills, they are not always accessible, user-friendly, or engaging.

With this in mind, the goal of this project has been to create a simple and practical platform, adapted to older adults, so they can regularly train their minds and keep track of how they're doing. The idea was to combine useful technology with a clear and accessible design.

## 2. Project Definition

The platform allows users to register, access their profile, complete various cognitive exercises, and receive reports that analyze their performance. Although the difficulty of the exercises does not yet adapt automatically, the result of each session is saved, and a monthly report is generated, written with the help of artificial intelligence, which explains the user's progress in a clear and understandable way.

Throughout the project, a lot of focus has been placed on making the design intuitive and visually comfortable. Buttons, instructions, and the overall structure are all designed so that anyone, even with little experience using computers, can use the platform without issues.

### 3. Descripción del modelo/sistema/herramienta

The system is built with modern web technologies. Flask was used as the backend framework, and HTML, CSS, and JavaScript for the front end. The database is managed with SQLAlchemy, and the OpenAI API is used to generate personalized reports for each user.

The platform is organized into different sections:

- User registration and login.
- Games grouped by type of cognitive skill.
- Report history, where past progress can be reviewed.
- Dashboard with graphs showing progress in each category.
- Editable user profile.

Everything is structured in a modular way, so it's easy to add more games or new features in the future, like automatically adjusting the difficulty level.

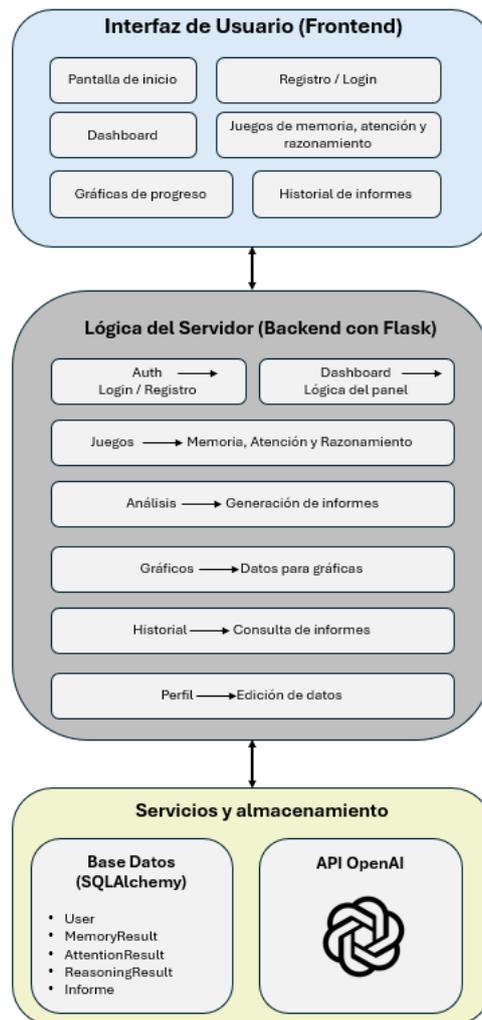


Illustration 3 - General diagram of the system and its main components

## 4. Results

The platform is fully functional and includes all the core features. Users can log in, play, save their results, and each month receive a report automatically generated by AI. The report is clear, personalized, and easy to understand, helping users identify their strengths and areas to work on.

A report history section has also been added, where users can view their previous reports and see a graphical representation of their evolution. While there is still room for improvement, such as adding more games or difficulty levels, the platform works well and meets the original goals of the project.



Illustration 4 - Progress charts by type of exercise

## 5. Conclusions

This project has been a way to apply all the knowledge gained during the degree into something real, useful, and with a meaningful social purpose. It has led to the creation of a complete tool designed for a specific audience, with room for future growth.

Besides the technical learning, the project has also helped highlight how important it is to adapt technology to people. Sometimes, the hardest part isn't getting something to work, it's making sure that anyone can actually use it comfortably. And in that sense, this platform has been a very solid starting point.



## Índice de la memoria

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>7</b>
1.1 Motivación del proyecto .....	9
1.2 Objetivo general del trabajo .....	10
<b>Capítulo 2. Descripción de las Tecnologías.....</b>	<b>11</b>
2.1 Arquitectura general del sistema .....	11
2.2 Tecnologías de desarrollo backend.....	12
2.2.1 Python .....	12
2.2.2 Flask.....	13
2.2.3 SQLite y SQLAlchemy.....	13
2.3 Tecnologías de desarrollo frontend .....	14
2.3.1 Html y estructura de la interfaz .....	14
2.3.2 Css y Bootstrap.....	15
2.3.3 JavaScript e interactividad.....	16
2.4 Inteligencia artificial: API de OpenAI.....	17
2.5 Otras tecnologías utilizadas.....	18
2.5.1 Visual Studio Code.....	18
2.5.2 Github .....	19
<b>Capítulo 3. Estado de la Cuestión.....</b>	<b>20</b>
3.1 Plataformas cognitivas existentes .....	20
3.2 Aplicaciones actuales de la IA en la salud .....	22
3.3 Brecha identificada en el mercado.....	23
3.4 Valor diferencial de la propuesta.....	24
3.5 Justificación científica de los ejercicios propuestos .....	25
<b>Capítulo 4. Definición del Trabajo.....</b>	<b>29</b>
4.1 Objetivo técnico y visión general del sistema .....	29
4.2 Perfil de usuario y necesidades concretas .....	30
4.3 Flujo completo de funcionamiento del sistema .....	31
4.4 Requisitos funcionales y no funcionales .....	33
4.5 Planificación y Estimación Económica.....	35

4.5.1 Planificación del proyecto.....	35
4.5.2 Estimación económica del proyecto .....	37
<b>Capítulo 5. Sistema/Modelo Desarrollado.....</b>	<b>38</b>
5.1 Análisis del sistema .....	38
5.2 Backend .....	39
5.2.1 Organización del proyecto y uso de Blueprints.....	39
5.2.2 Gestión de usuarios y autenticación .....	43
5.2.3 Registro y almacenamiento de resultados.....	48
5.2.4 Seguridad básica .....	53
5.3 Frontend.....	56
5.3.1 Estructura HTML, CSS y Bootstrap.....	56
5.3.2 Diseño accesible para personas mayores .....	59
5.3.3 Navegación entre páginas y usabilidad .....	61
5.4 Estructura de la base de datos.....	64
5.4.1 Modelos principales.....	65
5.4.2 Relación entre tablas .....	66
5.5 Desarrollo de los ejercicios cognitivos .....	67
5.5.1 Juegos de memoria .....	67
5.5.2 Juegos de atención.....	69
5.5.3 Juegos de razonamiento.....	71
5.6 Panel de evolución y visualización de resultados.....	73
5.7 Edición de perfil .....	75
5.8 Historial e informes anteriores .....	76
5.9 Generación automática del informe mensual .....	77
<b>Capítulo 6. Análisis de Resultados .....</b>	<b>80</b>
6.1 Metodología de Simulación .....	80
6.2 Análisis del Caso 1 - Mejora Cognitiva Global.....	81
6.3 Análisis del Caso 2 - Empeoramiento Global .....	83
6.4 Análisis del Caso 3 - Descenso en Atención.....	85
6.5 Valoración general del módulo de análisis .....	87

---

<b>Capítulo 7. Conclusiones y Trabajos Futuros.....</b>	<b>88</b>
7.1 Conclusiones generales del proyecto .....	88
7.2 Cumplimiento de objetivos y aportaciones .....	89
7.3 Utilidad social y potencial de la plataforma.....	89
7.4 Posibles mejoras y líneas de trabajo futuras.....	90
<b>Capítulo 8. Bibliografía .....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXO I: ALINEACIÓN DEL PROYECTO CON LOS ODS .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>98</b>

## *Índice de figuras*

Ilustración 1 - Esquema general del sistema y sus componentes principales.....	8
Ilustración 2 - Gráficos de evolución por cada tipo de ejercicio.....	9
Illustration 3 - General diagram of the system and its main components .....	11
Illustration 4 - Progress charts by type of exercise .....	12
Ilustración 5 - Proyección de la población residente en España 2024-2074 .....	7
Ilustración 6 - Logo de Python.....	12
Ilustración 7- Logo de Flask.....	13
Ilustración 8 - Logo de SQLite.....	14
Ilustración 9 - Logo de HTML .....	15
Ilustración 10 - Logo de Bootstrap.....	15
Ilustración 11 - Logo de Javascript .....	16
Ilustración 12 - Logo de OpenAI .....	18
Ilustración 13 - Logo de Visual Studio Code .....	19
Ilustración 14 - Logo de Github .....	19
Ilustración 15 - Luminosity .....	20
Ilustración 16 - Cognifit.....	21
Ilustración 17 - NeuronUP.....	21
Ilustración 18 - WAIS-IV .....	26
Ilustración 19 - Test Stroop .....	27
Ilustración 20 - Test Matrices Progresivas de Raven.....	28
Ilustración 21- Estructura de carpetas del proyecto en VS Code (1).....	42
Ilustración 22- Estructura de carpetas del proyecto en VS Code (2).....	42
Ilustración 23- Estructura de carpetas del proyecto en VS Code (3).....	43
Ilustración 24 - Página de bienvenida a la plataforma.....	44
Ilustración 25 - Página de registro .....	46
Ilustración 26 - Página de login.....	47
Ilustración 27 - Flujo de datos desde el usuario hasta el guardado de resultados .....	52
Ilustración 28 - Error en el inicio de sesión.....	54

---

Ilustración 29 - Vista general del panel principal de usuario (dashboard) .....	56
Ilustración 30 - Menú desplegable .....	62
Ilustración 31 - Ejercicio diario de memoria completado .....	63
Ilustración 32 - Usuario completa la rutina diaria.....	63
Ilustración 33 - Diagrama entidad-relación (ER) de la base de datos.....	66
Ilustración 34 - Juego de parejas.....	67
Ilustración 35 - Juego de dígitos .....	68
Ilustración 36 - Juego elemento diferente.....	69
Ilustración 37 - Juego Stroop.....	70
Ilustración 38 - Juego Matrices de Raven.....	71
Ilustración 39 - Series matemáticas.....	72
Ilustración 40 - Gráficos de progreso.....	74
Ilustración 41 - Vista del perfil con opciones de edición .....	75
Ilustración 42 - Vista del historial de informes .....	77
Ilustración 43 - Gráfica de evolución cognitiva (Caso de mejora global).....	81
Ilustración 44 - Informe generado por IA (Caso de mejora global).....	82
Ilustración 45 - Gráfica de evolución cognitiva (Caso de empeoramiento global).....	83
Ilustración 46 - Informe generado por IA (Caso de empeoramiento global) .....	84
Ilustración 47 - Gráfica de evolución cognitiva (Caso de empeoramiento de atención).....	85
Ilustración 48 - Informe generado por IA (Caso de empeoramiento de atención).....	86



## Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el envejecimiento de la población se ha convertido en un tema recurrente, y no es para menos. Cada vez vivimos más, pero eso también implica que aparecen nuevos retos a nivel personal, familiar y social. Uno de los más comunes y, a la vez, más invisibles, es el deterioro cognitivo. Aunque es algo natural con la edad, no significa que no se pueda trabajar o intentar frenar.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), el porcentaje de población de 65 años o más en España se sitúa actualmente en el 20,4 %, y se estima que alcanzará un máximo del 30,5 % en torno al año 2055 [1]. Este envejecimiento tiene un impacto directo en el sistema sanitario, en la economía y en el entorno familiar, especialmente por el aumento de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer o la demencia.

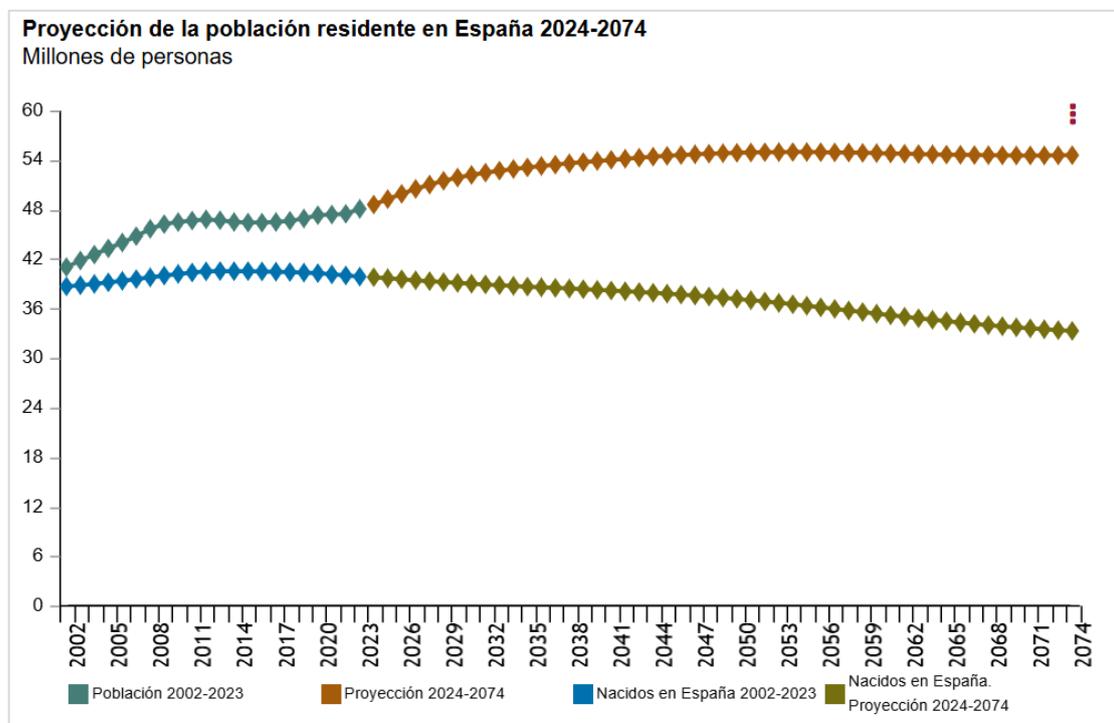


Ilustración 5 - Proyección de la población residente en España 2024-2074

A nivel económico, el coste anual por paciente con enfermedad de Alzheimer en España se sitúa entre 27.000 y 37.000 euros, siendo las familias quienes asumen, de media, el 87 % de ese gasto total [2]. Este coste incluye no solo los gastos sanitarios directos, sino también el cuidado informal que prestan los familiares, que en muchos casos dedican más de 70 horas semanales a atender a la persona dependiente. Este impacto no solo es económico, sino también emocional, ya que más del 75 % de los cuidadores sufre niveles altos de estrés, y más de la mitad reconoce que su productividad laboral se ve afectada.

Ante esta realidad, surge este proyecto: una plataforma web sencilla, accesible y funcional que permita a las personas mayores realizar ejercicios cognitivos desde casa, sin barreras tecnológicas. La idea es ofrecer algo útil, que puedan usar de forma independiente, y que además les proporcione un pequeño empujón gracias al uso de inteligencia artificial, encargada de generar informes personalizados con su evolución.

Aunque no pretende ser una solución médica ni sustituir ningún tipo de terapia profesional, esta plataforma busca aportar valor desde un enfoque preventivo, accesible y realista. Se trata de proporcionar una herramienta que ayude a mejorar la calidad de vida de las personas mayores y, con suerte, reducir en parte los efectos negativos asociados al envejecimiento cognitivo.

## **1.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO**

La motivación detrás de este proyecto es doble. Por un lado, a nivel técnico, ha supuesto una oportunidad para aplicar de forma práctica conocimientos adquiridos durante la carrera: desarrollo web, bases de datos, experiencia de usuario, e integración de servicios de inteligencia artificial. Desarrollar una plataforma funcional desde cero ha sido un reto que me ha obligado a aprender, equivocarme y mejorar en cada paso.

Pero más allá de lo académico, también hay una motivación personal y social. Muchas personas mayores se ven limitadas por no encontrar herramientas tecnológicas adaptadas a ellas. La tecnología, lejos de ser una aliada, muchas veces se convierte en una barrera. Por eso, este trabajo busca hacer justo lo contrario: acercar la tecnología a las personas, y no al revés.

Además, teniendo en cuenta el impacto económico y social del envejecimiento poblacional, proyectos como este pueden suponer una pequeña ayuda para aliviar parte de esa carga. Si conseguimos que más personas trabajen su mente desde casa de forma sencilla, estaremos contribuyendo, aunque sea de forma modesta, a retrasar el deterioro cognitivo y mejorar la autonomía de muchas personas. Esto, a largo plazo, puede traducirse en menos dependencia, mejor calidad de vida y, potencialmente, un ahorro económico considerable en cuidados.

Este proyecto, por tanto, tiene como motor no solo la curiosidad y el aprendizaje personal, sino también la idea de crear algo que realmente pueda servirle a alguien. Algo simple, útil, y que tenga sentido.

## **1.2 OBJETIVO GENERAL DEL TRABAJO**

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar una plataforma web funcional y accesible, centrada en personas mayores, que ofrezca ejercicios de estimulación cognitiva en distintas áreas clave como la memoria, la atención y el razonamiento lógico. Además, la plataforma incorpora un sistema de generación automática de informes cognitivos, utilizando inteligencia artificial, que permite al usuario hacer un seguimiento personalizado de su evolución.

La plataforma está diseñada para que cualquier persona mayor, sin conocimientos técnicos, pueda utilizarla de forma autónoma. La prioridad ha sido siempre la simplicidad y la claridad, tanto a nivel visual como funcional. Los ejercicios están diseñados para ser intuitivos, y los informes se presentan con un lenguaje claro y cercano.

Además, se ha incluido un sistema de análisis del progreso cognitivo, que permite detectar patrones de mejora o deterioro a lo largo del tiempo. Esta funcionalidad no solo aporta un valor añadido al usuario, sino que podría, en fases futuras, integrarse con sistemas de seguimiento clínico o familiar, ampliando así su utilidad.

En resumen, el objetivo de este proyecto no ha sido únicamente que funcione desde el punto de vista técnico, sino también que tenga un impacto positivo real en la vida de las personas mayores.

## Capítulo 2. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

### 2.1 ARQUITECTURA GENERAL DEL SISTEMA

La plataforma se basa en una arquitectura web de tipo cliente-servidor, lo que permite separar de forma clara la lógica de negocio del sistema (*backend*) de la interfaz de usuario (*frontend*). Esta división facilita el mantenimiento del código, mejora la escalabilidad del proyecto y permite una evolución modular de la aplicación [3].

El flujo de funcionamiento general es el siguiente:

1. El usuario accede a la plataforma desde un navegador web e interactúa con una interfaz desarrollada en *HTML*, *CSS*, *JavaScript* y *Bootstrap*.
2. Cada acción del usuario (como iniciar sesión, completar un ejercicio o solicitar un informe) genera una petición al servidor, que es gestionada por el *framework Flask*.
3. El servidor se encarga de procesar dicha petición, accede a la base de datos *SQLite* mediante *SQLAlchemy* si es necesario, y devuelve una respuesta adecuada al cliente.
4. Cuando se solicita un informe cognitivo, *Flask* recopila la información almacenada, la envía a la *API* de *OpenAI* y recibe un texto personalizado que luego se guarda y se presenta en el panel del usuario.
5. Todo el flujo de datos queda registrado y es accesible desde el perfil del usuario, que puede consultar su evolución y resultados cuando lo desee.

Esta arquitectura proporciona robustez y claridad, y permite en el futuro incorporar nuevas funcionalidades (como nuevos ejercicios, más niveles de dificultad o informes más personalizados) sin necesidad de rehacer el sistema desde cero. Está pensada para ser flexible y crecer con el tiempo.

## 2.2 TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO BACKEND

El *backend* es la parte del sistema que se encarga de la lógica del servidor, la gestión de datos y la comunicación con la interfaz del usuario. En este proyecto se ha desarrollado utilizando el lenguaje de programación *Python*, apoyado por el *microframework Flask*. Además, se ha utilizado *SQLAlchemy* como ORM (Mapeo Objeto-Relacional) para interactuar con la base de datos *SQLite*.

### 2.2.1 PYTHON

*Python* ha sido el lenguaje principal elegido para desarrollar la parte del servidor. Es uno de los lenguajes más populares actualmente, y se usa tanto en desarrollo web como en ciencia de datos e inteligencia artificial. Su sintaxis sencilla hace que sea fácil de aprender y escribir, lo que acelera mucho el proceso de programación. Además, al tener una comunidad muy activa, hay una gran cantidad de recursos y librerías disponibles que permiten resolver problemas rápidamente [4]. En este proyecto, *Python* ha sido clave para conectar todos los componentes del sistema de forma ordenada y eficiente.



*Ilustración 6 - Logo de Python*

### 2.2.2 FLASK

*Flask* es un *microframework* de desarrollo web que funciona sobre *Python*. Se ha utilizado en este proyecto por su simplicidad y por la libertad que da al desarrollador para estructurar la aplicación según sus necesidades. A diferencia de *frameworks* más grandes como *Django*, *Flask* no impone una forma de trabajar, lo que ha sido muy útil para crear una estructura a medida. En esta plataforma, *Flask* es responsable de gestionar las rutas, procesar formularios, acceder a la base de datos y comunicarse con la *API* de *OpenAI* para generar los informes personalizados [5].



Ilustración 7- Logo de Flask

### 2.2.3 SQLITE Y SQLALCHEMY

Para la gestión y almacenamiento de los datos se ha utilizado *SQLite*, una base de datos ligera y autónoma que no requiere un servidor separado para funcionar. Esto facilita mucho la implementación y hace que el sistema sea más fácil de desplegar en entornos locales o pequeños. En conjunto con *SQLite* se ha usado *SQLAlchemy*, una librería que permite interactuar con la base de datos desde *Python* sin necesidad de escribir directamente código SQL. Esta combinación mejora la claridad del código y ayuda a prevenir errores comunes en la manipulación de datos [6].



*Ilustración 8 - Logo de SQLite*

## 2.3 TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO FRONTEND

El frontend es la parte visual de la plataforma, es decir, todo lo que el usuario ve y con lo que interactúa desde el navegador. Para su desarrollo se han utilizado tecnologías web estándar como *HTML*, *CSS* y *JavaScript*, combinadas con el *framework* de diseño *Bootstrap* para facilitar un diseño limpio y minimalista.

El objetivo principal ha sido crear una interfaz intuitiva, accesible y visualmente cómoda, especialmente pensada para personas mayores, que puede ser utilizada sin necesidad de experiencia previa con ordenadores.

### 2.3.1 HTML Y ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ

*HTML (HyperText Markup Language)* es el lenguaje que se utiliza para definir la estructura básica de las páginas web. En este proyecto, se ha empleado para construir cada una de las vistas con las que interactúa el usuario: los formularios de inicio de sesión y registro, las páginas de los juegos cognitivos, el perfil de usuario y el historial de informes. Cada elemento ha sido diseñado para mostrarse de manera clara, jerárquica y ordenada, facilitando la navegación, especialmente a personas mayores [7].

# HTML



*Ilustración 9 - Logo de HTML*

## 2.3.2 CSS Y BOOTSTRAP

*CSS (Cascading Style Sheets)* se ha encargado de definir los estilos visuales de la página: colores, tipografías, distribución de los elementos y adaptación al tamaño de la pantalla. Para mejorar y agilizar este diseño se ha utilizado *Bootstrap*, un *framework* muy popular que incluye una gran variedad de componentes predefinidos. Gracias a esta combinación, la plataforma tiene un diseño moderno, limpio y *responsive*, lo que significa que se adapta bien a cualquier dispositivo, ya sea ordenador, *tablet* o teléfono móvil [8].



*Ilustración 10 - Logo de Bootstrap*

### **2.3.3 JAVASCRIPT E INTERACTIVIDAD**

JavaScript es el lenguaje que permite añadir interactividad a las páginas web. En esta plataforma, se ha utilizado para realizar tareas como mostrar instrucciones en ventanas emergentes (modales), gestionar la dinámica de los juegos, validar formularios en tiempo real o actualizar partes de la página sin tener que recargarla entera. Esto hace que la experiencia de usuario sea mucho más fluida y cómoda, algo especialmente importante para que personas mayores no se frustren durante el uso [9].



*Ilustración 11 - Logo de Javascript*

## 2.4 INTELIGENCIA ARTIFICIAL: API DE OPENAI

Una de las características más innovadoras e importantes de esta plataforma es la integración con la *API* de *OpenAI*. Esta herramienta permite generar informes cognitivos completamente personalizados, basándose en los datos de rendimiento recogidos en las distintas sesiones de juego del usuario. Lo que antes eran simples puntuaciones o resultados, ahora se transforma en un texto comprensible, bien estructurado y adaptado al lenguaje natural, lo que aporta un valor añadido real al sistema.

La *API* de *OpenAI* proporciona acceso a modelos avanzados de procesamiento del lenguaje natural, como *GPT-4*, que son capaces de interpretar información estructurada y generar textos coherentes, personalizados y adaptados a cada usuario [12]. Gracias a esto, el sistema no solo ofrece una experiencia interactiva durante los ejercicios, sino que también permite al usuario entender su evolución de forma clara y sencilla, sin necesidad de conocimientos técnicos.

En este proyecto, la *API* se ha utilizado específicamente para:

- Analizar el rendimiento individual del usuario en las diferentes categorías de juegos: memoria, atención y razonamiento.
- Detectar patrones de mejora, estancamiento o retroceso a lo largo del tiempo.
- Redactar un informe mensual que resume de forma natural su progreso cognitivo, con explicaciones claras y recomendaciones orientadas a la mejora.

Este proceso es completamente automático y se ejecuta actualmente una vez al mes. El usuario no tiene que hacer nada: el sistema recopila los datos, los procesa en segundo plano y genera el informe, que se almacena y queda disponible para su consulta en el panel personal.

Técnicamente, la implementación se realiza desde el *backend*, utilizando *Python* para enviar una petición con los resultados del usuario al modelo de lenguaje de *OpenAI*.

La *API* devuelve un texto completo, que luego se guarda y se muestra al usuario de forma integrada en su interfaz personal.

Esta funcionalidad no pretende sustituir una evaluación médica profesional, pero sí busca ofrecer una herramienta útil, accesible y con una narrativa clara, especialmente pensada para personas mayores.



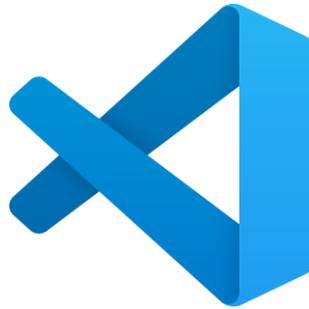
*Ilustración 12 - Logo de OpenAI*

## **2.5 OTRAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS**

Además de las tecnologías principales del desarrollo *frontend* y *backend*, se han utilizado otras herramientas que han facilitado mucho el desarrollo y la organización del proyecto.

### **2.5.1 VISUAL STUDIO CODE**

*Visual Studio Code (VS Code)* ha sido el entorno de desarrollo utilizado durante todo el proyecto. Es un editor de código muy completo, gratuito y compatible con múltiples lenguajes. Una de sus principales ventajas es su extensibilidad: se pueden instalar extensiones para facilitar tareas como autocompletado, detección de errores, depuración paso a paso o integración con *Git*. Gracias a estas funciones, el proceso de desarrollo ha sido más eficiente y ordenado [11].



*Ilustración 13 - Logo de Visual Studio Code*

### **2.5.2 GITHUB**

*GitHub* se ha utilizado como plataforma de almacenamiento y control de versiones del código mediante *Git*. Esto ha permitido mantener un historial claro de todos los cambios realizados, recuperar versiones anteriores en caso de errores y trabajar de forma más organizada. También deja la puerta abierta a futuras colaboraciones, ya que el repositorio puede compartirse con otros desarrolladores. *VS Code* permite gestionar todo esto desde el propio editor, lo que ha agilizado mucho el proceso [12].



*Ilustración 14 - Logo de Github*

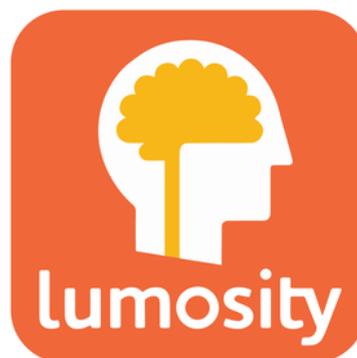
## Capítulo 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En este capítulo se analizan algunas de las plataformas y herramientas más conocidas en el ámbito del entrenamiento cognitivo, así como el uso actual de la inteligencia artificial en el sector de la salud cognitiva. El objetivo es situar el proyecto en un contexto real, ver qué soluciones ya existen y qué aportaciones puede hacer la plataforma desarrollada en este trabajo.

### 3.1 PLATAFORMAS COGNITIVAS EXISTENTES

En los últimos años han surgido diferentes plataformas digitales dedicadas al entrenamiento mental, especialmente pensadas para trabajar aspectos como la memoria, la atención o el razonamiento lógico. Algunas de las más conocidas son:

- **Lumosity** [13]: probablemente una de las plataformas más populares. Ofrece juegos diseñados por neurocientíficos para entrenar distintas habilidades cognitivas. Tiene una interfaz amigable y se adapta al rendimiento del usuario, aunque muchas funciones son de pago y está más enfocada a un público general.



*Ilustración 15 - Lumosity*

- **CogniFit** [14]: esta plataforma se usa tanto a nivel particular como en entornos clínicos. Permite realizar evaluaciones cognitivas y ofrece entrenamientos personalizados. Tiene un enfoque más técnico y profesional, y suele utilizarse en colaboración con terapeutas.



*Ilustración 16 - Cognifit*

- **NeuronUP** [15]: muy utilizada en entornos profesionales de neuropsicología. Ofrece un catálogo amplio de actividades para trabajar diferentes funciones cognitivas, y se adapta a pacientes con deterioro cognitivo o daño cerebral adquirido. Está pensada para que sea usada por especialistas.



*Ilustración 17 - NeuronUP*

Aunque todas estas plataformas tienen puntos fuertes, también comparten limitaciones. En muchos casos requieren suscripciones de pago, están pensadas para públicos muy generales o necesitan ser utilizadas junto con profesionales. Además, su grado de accesibilidad y simplicidad no siempre está adaptado a personas mayores con poca experiencia tecnológica.

El proyecto desarrollado en este trabajo se centra precisamente en cubrir ese hueco: ofrecer una plataforma sencilla, gratuita, con un diseño claro, que permita a cualquier persona mayor ejercitar su mente desde casa sin barreras técnicas. Aunque no pretende competir con herramientas clínicas, sí puede complementar la oferta existente con una opción accesible y fácil de usar.

## **3.2 APLICACIONES ACTUALES DE LA IA EN LA SALUD**

El uso de la inteligencia artificial en el campo de la salud mental y cognitiva está creciendo con rapidez. Se está aplicando en múltiples áreas: desde el diagnóstico temprano de enfermedades neurodegenerativas, hasta la personalización de tratamientos o el análisis de patrones de comportamiento.

Algunas aplicaciones actuales relevantes incluyen:

- **Detección precoz del deterioro cognitivo:** se han desarrollado modelos de IA capaces de identificar signos tempranos de deterioro cognitivo leve (MCI) o Alzheimer a partir del análisis del habla espontánea y otras tareas lingüísticas. Estos sistemas utilizan redes neuronales o modelos de aprendizaje automático para detectar patrones sutiles en el lenguaje, como pausas, fluidez o contenido semántico, que a menudo pasan desapercibidos en una evaluación clínica tradicional [16].

- **Asistentes virtuales para personas mayores:** se están desarrollando asistentes basados en IA que ayudan a recordar citas, tomar medicación o realizar ejercicios mentales. Proyectos avanzados, como el europeo *EMPATHIC*, están entrenando a agentes conversacionales para reconocer emociones, entablar un diálogo adaptativo y ofrecer soporte emocional y preventivo, con el objetivo de mejorar la autonomía y calidad de vida de las personas mayores [17].
- **Plataformas de análisis cognitivo con IA:** algunos modelos actuales utilizan técnicas de *machine learning* para analizar el habla espontánea de los usuarios y estimar su rendimiento en funciones como la memoria, la atención o el razonamiento. Esta capacidad predictiva permite construir sistemas que ajustan el contenido o los retos cognitivos en función del nivel real del usuario, facilitando una intervención más personalizada [18].

En el caso de este proyecto, se ha utilizado IA a través de la *API* de *OpenAI* para generar informes personalizados. Aunque no se ha implementado aún una personalización adaptativa de los juegos, la generación automática de análisis comprensibles es un paso importante en esa dirección. La IA aquí no sustituye al profesional, pero sí actúa como una herramienta de apoyo útil, accesible y escalable.

### 3.3 BRECHA IDENTIFICADA EN EL MERCADO

A pesar de la amplia oferta de plataformas enfocadas en el entrenamiento cognitivo y del creciente uso de inteligencia artificial en el ámbito de la salud, existe aún una falta evidente de soluciones verdaderamente adaptadas a personas mayores, especialmente aquellas que no tienen experiencia con tecnología.

Muchas de las herramientas actuales están pensadas para un público general o para entornos clínicos. Esto implica que requieren cierto nivel de competencia digital, sus interfaces pueden resultar complejas o poco intuitivas, y, en muchos casos, es necesario pagar una suscripción para acceder a las funciones más útiles.

Además, los resultados que ofrecen suelen ser presentados en forma de puntuaciones o métricas técnicas, sin una interpretación accesible o comprensible para el usuario medio.

Por otro lado, las plataformas más profesionales están diseñadas para ser utilizadas por terapeutas o neuropsicólogos en consulta, lo que las convierte en herramientas potentes, pero poco accesibles para personas mayores que desean entrenar sus capacidades de forma autónoma en casa.

En este contexto, se detecta una brecha concreta: la falta de soluciones digitales cognitivas accesibles, comprensibles, asequibles y pensadas específicamente para personas mayores con bajo nivel de alfabetización digital. De hecho, el informe de la Agencia de los Derechos Fundamentales de la UE subraya que aproximadamente solo 1 de cada 4 personas entre 65 y 74 años tiene competencias digitales básicas, lo que las excluye del acceso pleno a los servicios públicos digitales y pone en riesgo sus derechos fundamentales [19].

### **3.4 VALOR DIFERENCIAL DE LA PROPUESTA**

La plataforma desarrollada en este trabajo nace precisamente como respuesta a esa necesidad no cubierta. Se ha diseñado desde el principio con un objetivo claro: facilitar el acceso al entrenamiento cognitivo a personas mayores sin conocimientos técnicos, de forma autónoma, gratuita y significativa. Para ello, se ha puesto el foco en cuatro pilares fundamentales:

- **Diseño amigable:** la interfaz es limpia y clara, con botones grandes, contrastes bien definidos y navegación muy sencilla. Esto permite que cualquier persona, incluso sin experiencia previa con ordenadores o móviles, pueda utilizar la plataforma de forma intuitiva.
- **Ejercicios breves pero eficaces:** cada juego está orientado a trabajar habilidades clave como la memoria, la atención o el razonamiento, con sesiones cortas que no resultan agotadoras y pueden incorporarse fácilmente al día a día.

- **Seguimiento automático y comprensible:** gracias a la integración con la *API* de *OpenAI*, el sistema genera informes mensuales en lenguaje natural, adaptados a cada usuario y sin tecnicismos. Estos informes ofrecen una visión clara de la evolución cognitiva y de las áreas que conviene reforzar.
- **Total autonomía:** la plataforma es gratuita, no requiere instalación, ni ayuda de profesionales, ni conocimientos técnicos. Esto empodera al usuario mayor, permitiéndole ejercitar su mente desde casa y hacer un seguimiento sin depender de terceros.

Todo ello convierte esta propuesta en una herramienta con un valor añadido único, que se diferencia de otras soluciones existentes por su enfoque inclusivo, su simplicidad y su utilidad real en el día a día de una población que habitualmente queda al margen de la innovación digital.

### 3.5 JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LOS EJERCICIOS PROPUESTOS

Los ejercicios que forman parte de esta plataforma no se han elegido al azar ni simplemente por intuición personal. Detrás de cada uno de ellos hay una base científica que justifica su uso para el entrenamiento de ciertas funciones cognitivas. La idea ha sido adaptar pruebas reales que ya se utilizan en contextos clínicos y psicológicos para poder ofrecer una versión más accesible, interactiva y adaptada a personas mayores.

El objetivo no es solo entretener, sino también estimular capacidades cognitivas concretas como la memoria, la atención o el razonamiento lógico, que con el paso de los años pueden ir deteriorándose si no se entrenan. Para lograr esto, los juegos se han basado en versiones simplificadas de *tests* clásicos, muy conocidos y validados dentro del ámbito de la neuropsicología.

## Ejercicios de memoria

Los juegos centrados en la memoria buscan trabajar tanto la memoria a corto plazo como la memoria de trabajo. Para ello, uno de los principales referentes ha sido el subtest de *Span de Dígitos* de la escala *WAIS-IV* (*Wechsler Adult Intelligence Scale - Fourth Edition*). Esta prueba consiste en repetir secuencias de números, primero en el mismo orden en el que se presentan (orden directo), y después al revés (orden inverso). Con esta dinámica se evalúa la capacidad de retención y manipulación mental de información, algo clave en tareas cotidianas como recordar un número de teléfono o seguir instrucciones verbales [20]. En la plataforma, este tipo de tarea se ha adaptado a un entorno visual claro y accesible, con una interfaz simple que facilita la participación de personas mayores, manteniendo la lógica del ejercicio original.

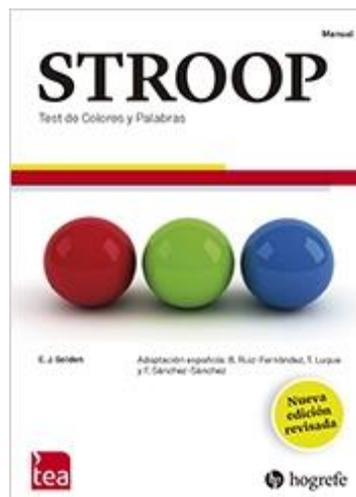


*Ilustración 18 - WAIS-IV*

## Ejercicios de atención

Para trabajar la atención selectiva y la capacidad de inhibir respuestas automáticas, se ha utilizado como referencia el conocido *Test de Stroop*. Esta prueba consiste en mostrar palabras que nombran colores pero que están escritas en un color diferente (por ejemplo, la palabra "rojo" escrita en verde), y la persona debe decir el color de la tinta, no el significado de la palabra. Esto genera una especie de "*conflicto cognitivo*" que requiere concentración y control mental para responder correctamente. Es una herramienta muy utilizada para evaluar funciones ejecutivas, sobre todo en personas mayores, ya que permite detectar ciertas dificultades de atención que pueden aparecer con la edad [21].

En la plataforma, el ejercicio se ha planteado de forma sencilla, usando colores y palabras en pantalla, de modo que resulte intuitivo y no genere frustración, pero manteniendo el mismo tipo de reto mental.



*Ilustración 19 - Test Stroop*

## Ejercicios de razonamiento lógico

Por último, los juegos relacionados con el razonamiento están inspirados en el *Test de Matrices Progresivas de Raven*, una prueba muy conocida que se usa para evaluar la inteligencia fluida, es decir, la capacidad de razonar, detectar patrones y resolver problemas nuevos sin depender de conocimientos previos. En esta prueba, se presentan figuras geométricas o visuales que siguen una lógica determinada, y el participante debe elegir qué figura completa correctamente la serie.

Este tipo de razonamiento es clave en la vida diaria, incluso en edades avanzadas, para resolver situaciones nuevas o tomar decisiones. En la plataforma, se ha adaptado esta lógica a través de juegos visuales en los que se debe seleccionar la opción que mejor encaja con una secuencia de figuras o patrones [22].



Ilustración 20 - Test Matrices Progresivas de Raven

## Capítulo 4. DEFINICIÓN DEL TRABAJO

### 4.1 OBJETIVO TÉCNICO Y VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El objetivo principal de este proyecto ha sido diseñar y desarrollar una plataforma web funcional que permita a personas mayores entrenar sus capacidades cognitivas de forma sencilla y desde casa, sin necesidad de tener conocimientos técnicos previos. Aunque la idea detrás de este trabajo tiene un componente social importante, en este capítulo empezamos a centrarnos en el planteamiento técnico: cómo llevar esa idea a la práctica de manera realista, efectiva y estructurada.

La solución se ha desarrollado como una aplicación web modular, pensada para que sea fácilmente ampliable en el futuro. La plataforma permite a los usuarios registrarse con su propio perfil, acceder a diferentes juegos diseñados para trabajar áreas clave como la memoria, la atención y el razonamiento, y consultar sus progresos a través de informes personalizados que se generan automáticamente a final de cada mes. Estos informes se elaboran con ayuda de inteligencia artificial (mediante la *API* de *OpenAI*), lo que permite generar un texto claro y adaptado al rendimiento de cada usuario, sin necesidad de intervención manual.

Para desarrollar la plataforma se ha utilizado un *backend* en *Flask*, junto con un *frontend* en *HTML*, *CSS* y *Bootstrap*, y una base de datos gestionada con *SQLite* y *SQLAlchemy*. Esta elección de tecnologías se ha hecho con dos objetivos principales: por un lado, facilitar el desarrollo y mantenimiento del proyecto, y por otro, permitir que cualquier persona con conocimientos básicos de desarrollo web pueda entenderlo y continuar mejorándolo más adelante.

El diseño de la plataforma se ha hecho siempre pensando en la experiencia del usuario final. Dado que está dirigida a un público mayor, se ha prestado especial atención a que la interfaz sea clara, limpia y fácil de usar. Los botones son grandes, los textos son legibles, y toda la

navegación está pensada para que resulte intuitiva incluso para personas que no están acostumbradas a usar ordenadores.

En resumen, el enfoque técnico de este proyecto ha buscado equilibrar simplicidad y funcionalidad: que la plataforma cumpla con su propósito de forma sólida, pero sin complicaciones innecesarias. Aunque actualmente no se ha implementado aún una adaptación automática del nivel de dificultad de los ejercicios, el sistema ya permite un seguimiento individualizado de la evolución del usuario y sienta una base muy buena para poder añadir más funcionalidades en el futuro.

## **4.2 PERFIL DE USUARIO Y NECESIDADES CONCRETAS**

Uno de los pilares de este proyecto ha sido entender bien a quién va dirigido y qué necesidades específicas tiene ese público. En este caso, la plataforma está pensada para personas mayores, es decir, personas que en muchos casos no están acostumbradas a utilizar tecnología en su día a día o que, si lo hacen, lo hacen con ciertas limitaciones. Por tanto, desde el inicio del desarrollo se ha trabajado con ese perfil en mente para evitar que la tecnología se convierta en una barrera en lugar de una ayuda.

Hay varios factores que se han tenido en cuenta a la hora de definir este perfil de usuario. Por ejemplo, muchas personas mayores pueden tener dificultades visuales, por lo que es importante que los textos sean grandes, con buen contraste, y que los elementos visuales estén bien organizados para que no generen confusión. También puede haber cierta desconfianza hacia plataformas nuevas o desconocidas, por lo que se ha optado por un diseño limpio, sin elementos recargados y con instrucciones claras.

Otro punto importante, es que muchos usuarios no tienen experiencia previa utilizando ordenadores o navegadores web. Por eso, se ha buscado que todo el flujo de uso sea lo más intuitivo posible.

Desde el registro y el inicio de sesión hasta la realización de los juegos o la consulta del informe, cada paso está guiado por botones visibles, instrucciones en lenguaje sencillo y estructuras repetitivas que ayuden a generar confianza con el uso continuado.

Además, se ha buscado que la plataforma tenga un tono amable y motivador. En lugar de centrarse únicamente en el rendimiento o en los errores cometidos, se da importancia al progreso individual y a la mejora continua. Esto es especialmente relevante en este grupo de edad, ya que lo que se busca no es competir ni lograr resultados perfectos, sino mantener la mente activa y tener una rutina que aporte beneficios cognitivos reales con el paso del tiempo.

En resumen, el sistema no solo se ha diseñado para funcionar bien a nivel técnico, sino para ser realmente útil y accesible para el tipo de usuario al que va dirigido. Esta adaptación a las necesidades reales de las personas mayores es, sin duda, una de las claves del proyecto.

### **4.3 FLUJO COMPLETO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA**

Para entender bien cómo funciona la plataforma desde el punto de vista del usuario, es importante ver el recorrido completo que se realiza desde el primer momento que se accede a la web hasta que recibe sus informes. Este flujo refleja cómo se ha estructurado la experiencia de uso, intentando que todo sea sencillo, intuitivo y adaptado al perfil de usuario.

Los pasos del flujo de uso del sistema son los siguientes:

#### **1. Acceso a la plataforma y registro de usuario**

El primer paso es el acceso a la web desde cualquier navegador. El usuario puede registrarse creando un nombre de usuario, una contraseña y, si lo desea, un correo electrónico para recibir los informes. El proceso es muy directo y sin campos innecesarios, para no generar rechazo o frustración.

## **2. Inicio de sesión y entrada al panel principal**

Una vez registrado, el usuario puede iniciar sesión y acceder a su panel de control. Desde ahí puede ver las secciones disponibles, como los juegos, su perfil, los informes anteriores o la evolución gráfica de sus resultados.

## **3. Selección y realización de ejercicios cognitivos**

Los juegos están organizados por categorías (memoria, atención, razonamiento), y el usuario puede elegir libremente cuál hacer. Cada ejercicio tiene instrucciones claras al inicio y una interfaz sencilla. Al finalizar cada juego, los resultados se almacenan automáticamente en la base de datos.

## **4. Almacenamiento de resultados y seguimiento**

Cada intento del usuario queda registrado con la fecha, el tipo de ejercicio y el resultado obtenido. Esta información es la que se utilizará más adelante para generar el informe mensual y para mostrar gráficamente la evolución.

## **5. Visualización del progreso**

En la sección de gráficas, el usuario puede ver en todo momento cómo ha ido evolucionando en cada categoría. Los datos se presentan en gráficos simples, que muestran de forma clara si se está manteniendo, mejorando o empeorando el rendimiento.

## **6. Generación automática del informe mensual**

A final de cada mes (o bajo demanda durante el desarrollo), la plataforma genera automáticamente un informe personalizado, redactado con ayuda de inteligencia artificial, en el que se resume la evolución del usuario, se interpretan los resultados y se ofrecen consejos motivadores. El informe puede descargarse en PDF y queda almacenado en el historial del usuario.

## **7. Historial de informes**

Desde su perfil, el usuario puede consultar todos los informes que se han generado previamente y descargarlos cuando quiera. Esto permite tener un registro a largo plazo del progreso cognitivo.

## **8. Gestión del perfil y cierre de sesión**

Por último, el usuario puede modificar su nombre o contraseña desde la sección de perfil y cerrar sesión cuando termine. Todo el sistema está pensado para que, aunque la persona no tenga conocimientos técnicos, pueda realizar este flujo sin complicaciones y todo el proceso se realiza de forma segura y privada, los datos del usuario quedan almacenados localmente en la base de datos del sistema

Este recorrido ha sido planteado con una lógica muy clara: que cualquier persona mayor, incluso sin experiencia digital, pueda empezar a usar la plataforma en pocos minutos y sacarle provecho sin necesidad de ayuda externa. La simplicidad ha sido una prioridad, pero sin renunciar a funcionalidades importantes.

## **4.4 REQUISITOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES**

Para garantizar que la plataforma cumpla con su propósito, ha sido necesario definir claramente qué se espera de ella, tanto a nivel de funcionalidades (lo que debe hacer) como a nivel de calidad, usabilidad y rendimiento (cómo debe hacerlo). Esta separación entre requisitos funcionales y no funcionales permite tener una visión ordenada de los objetivos técnicos del sistema y sirve de guía durante el desarrollo.

### **Requisitos funcionales**

Los requisitos funcionales son aquellas características concretas que debe tener la plataforma para que cumpla su función. Son acciones que el sistema debe ser capaz de realizar.

- La plataforma debe permitir el registro de nuevos usuarios.
- El sistema debe gestionar el inicio y cierre de sesión.
- El usuario debe poder acceder a su perfil y modificar datos básicos como nombre y contraseña.
- Los usuarios deben poder acceder a los ejercicios cognitivos disponibles.
- Los resultados de cada ejercicio deben guardarse automáticamente en la base de datos.
- Debe existir un panel de evolución donde se representen gráficamente los progresos en cada tipo de juego.
- La plataforma debe generar un informe mensual para cada usuario, redactado automáticamente a partir de sus resultados.
- El usuario debe poder consultar y descargar los informes anteriores desde la sección de historial.
- El administrador del sistema debe tener acceso a los datos para mantenimiento o análisis, si se habilita esa funcionalidad en el futuro.

### **Requisitos no funcionales**

Los requisitos no funcionales hacen referencia a cómo debe comportarse el sistema en cuanto a diseño, rendimiento, seguridad o accesibilidad. Aunque no se refieren directamente a funcionalidades visibles, son fundamentales para garantizar una buena experiencia de uso.

- **Usabilidad:** la interfaz debe ser clara, simple e intuitiva, especialmente adaptada a personas mayores.
- **Accesibilidad:** los botones, textos e iconos deben ser visibles y legibles en todo tipo de pantallas y dispositivos.

- **Portabilidad:** la plataforma debe poder usarse desde cualquier navegador sin necesidad de instalación.
- **Escalabilidad:** la arquitectura debe permitir añadir nuevos juegos o funciones sin tener que rehacer el sistema.
- **Seguridad:** los datos personales de los usuarios y sus resultados deben estar protegidos. Las contraseñas se almacenan de forma segura y el acceso a cada perfil está restringido.
- **Mantenimiento:** el código y la estructura del proyecto deben estar bien organizados para facilitar futuras actualizaciones o mejoras.
- **Velocidad de carga:** el tiempo de respuesta del sistema debe ser corto, evitando esperas innecesarias.

La combinación de ambos tipos de requisitos ha guiado el desarrollo de la plataforma, priorizando tanto la funcionalidad básica como una experiencia de usuario cómoda y accesible.

## **4.5 PLANIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN ECONÓMICA**

### **4.5.1 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El desarrollo de este proyecto ha estado planificado a lo largo de ocho meses, desde octubre de 2024 hasta mayo de 2025, compaginando su elaboración con los estudios universitarios. Esta planificación ha seguido una estructura flexible, organizada en bloques de trabajo semanales, con el objetivo de avanzar de forma progresiva y mantener una carga razonable en cada fase.

El proceso ha estado dividido en las siguientes etapas principales:

**1. Octubre - Noviembre 2024: Análisis inicial y planificación**

- Investigación sobre plataformas cognitivas existentes.
- Definición de la idea, objetivos y perfil de usuario.
- Estudio de tecnologías disponibles y elección del *stack* tecnológico.
- Diseño inicial de la estructura y funcionalidades clave.

**2. Diciembre 2024 - Enero 2025: Arquitectura base del sistema**

- Configuración del entorno de desarrollo y estructura de carpetas.
- Desarrollo del sistema de autenticación (registro e inicio de sesión).
- Creación de la base de datos y primeros modelos (usuarios y resultados).

**3. Febrero - Marzo 2025: Desarrollo funcional**

- Implementación de los primeros ejercicios cognitivos (memoria, atención, razonamiento).
- Diseño de interfaz accesible con *HTML/CSS/Bootstrap*.
- Almacenamiento de resultados e integración visual de progreso.

**4. Abril 2025: Integración de IA e informes**

- Conexión con la *API* de *OpenAI* para generación automática de informes.
- Diseño del sistema de informes personalizados y del historial descargable.

**5. Mayo 2025: Pruebas, pulido visual y documentación**

- Revisión completa del flujo de usuario.
- Mejora del diseño visual de juegos y dashboard.
- Redacción de la memoria y elaboración de documentación técnica.

Durante todo el proceso, se ha mantenido una rutina de trabajo constante, dividiendo las tareas por semanas y marcando objetivos alcanzables. Esta planificación ha permitido desarrollar una plataforma funcional y bien estructurada sin necesidad de jornadas intensivas, aprovechando el tiempo de forma eficiente.

#### **4.5.2 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO**

Aunque este proyecto se ha desarrollado en un entorno académico sin costes reales, es interesante plantear una estimación orientativa del coste que tendría si se realizara de forma profesional, incluyendo infraestructura básica y desarrollo técnico.

##### **Costes técnicos (infraestructura)**

- **Dominio web (.com/.es):** 10-15 € al año
- **Hosting con soporte para Flask:** 60-120 € al año
- **API de OpenAI:** 20-100 € al mes, según el uso
- **Certificado SSL:** Gratuito (Let's Encrypt) o de pago (~20 € al año)

**Coste anual estimado de infraestructura mínima: 200-300 €**

**Coste de desarrollo (si se externalizara):** Contratando a un desarrollador freelance con tarifa media (20 €/hora), el coste total estimado del desarrollo sería de entre 3.000 y 4.000 €, incluyendo:

- Análisis y diseño
- Backend y base de datos
- Frontend
- Integración de IA
- Pruebas y puesta en marcha

Esta estimación permite valorar el esfuerzo equivalente en horas de trabajo que ha supuesto el proyecto, así como la inversión que requeriría su desarrollo en un entorno profesional.

## Capítulo 5. SISTEMA/MODELO DESARROLLADO

### 5.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA

El sistema desarrollado en este proyecto tiene como objetivo ofrecer una plataforma web intuitiva y funcional para que personas mayores puedan entrenar sus capacidades cognitivas desde casa. Desde el principio, se planteó como un proyecto completo a nivel técnico, pero también enfocado en la experiencia del usuario final, priorizando la simplicidad, la claridad y la accesibilidad.

La estructura general del sistema se apoya en una arquitectura cliente-servidor, en la que el navegador del usuario (*frontend*) se comunica con un servidor desarrollado con *Flask* (*backend*), que a su vez gestiona la base de datos, procesa los resultados de los ejercicios y genera los informes automáticos gracias a la integración con la *API* de *OpenAI*. El sistema permite a los usuarios registrarse, acceder a su espacio personal, realizar ejercicios cognitivos de diferentes tipos, consultar su evolución y recibir un informe mensual con un análisis personalizado de su progreso.

Uno de los puntos clave del sistema es su modularidad. Se ha diseñado de manera que cada componente (juegos, autenticación, informes, gráficos, historial) esté separado y bien estructurado. Esto no solo facilita el desarrollo y mantenimiento, sino que también permite que en el futuro se puedan añadir nuevas funcionalidades sin complicaciones, como por ejemplo más juegos, adaptación automática de la dificultad o un sistema de recomendaciones personalizado.

A lo largo del desarrollo, se han utilizado tecnologías modernas, tanto en la parte del servidor como en el diseño visual de la interfaz. La elección de *Flask* ha sido clave por su flexibilidad y ligereza, y junto a *HTML*, *CSS*, *Bootstrap* y *JavaScript* se ha conseguido una interfaz limpia y funcional. Por otro lado, se ha apostado por una base de datos en *SQLite* para mantener la sencillez, sin renunciar a la posibilidad de escalar a sistemas más complejos si fuese necesario en el futuro.

En resumen, el sistema combina solidez técnica con un diseño centrado en las personas, y busca no solo cumplir su función práctica, sino también generar una experiencia de uso fluida y agradable para un público que, en muchos casos, no está familiarizado con la tecnología.

## 5.2 BACKEND

### 5.2.1 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y USO DE BLUEPRINTS

Desde el inicio del desarrollo, una de las prioridades fue mantener el proyecto ordenado y bien estructurado. A medida que se iban añadiendo más funcionalidades, era fundamental que el código siguiera siendo comprensible, modular y fácilmente ampliable. Por eso, se optó por usar el sistema de *Blueprints* de *Flask*, que permite dividir la aplicación en partes independientes, como si fueran miniaplicaciones dentro del mismo proyecto.

Esto no solo ha facilitado el desarrollo progresivo, sino también el mantenimiento: si en el futuro se detecta un error en un juego concreto o se quiere añadir una mejora en una parte específica (por ejemplo, el *dashboard*), se puede hacer sin afectar al resto del sistema.

#### ¿Por qué es importante la modularidad?

En proyectos pequeños puede parecer innecesario separar todo en módulos. Sin embargo, cuando se trabaja con varias funcionalidades, usuarios, bases de datos, rutas y lógica asociada, mantenerlo todo junto en un único archivo (como ocurre muchas veces en los primeros proyectos con *Flask*) termina siendo un caos. Con los *Blueprints*:

- Cada parte tiene su propio archivo *routes.py*, donde están solo las rutas relacionadas con ese módulo.
- Las plantillas *HTML* también están separadas por carpetas, lo que evita errores de nombres repetidos y hace más fácil ubicar cada cosa.
- Se puede aplicar lógica específica para cada módulo (como decoradores, validaciones o incluso bases de datos específicas si se necesitara en un futuro).

## ¿Cómo se conectan los Blueprints?

Para que todo funcione como un único sistema, cada *Blueprint* debe registrarse en el archivo principal del proyecto (*main.py*). Esto actúa como el punto de entrada de la aplicación y desde ahí se conectan todos los módulos como si fueran piezas de un puzzle.

A continuación, se muestra un fragmento representativo del *main.py* donde se realiza el registro de los *Blueprints*:

```
# main.py
from flask import Flask
from auth.routes import auth_bp
from memory.routes import memory_bp
from attention.routes import attention_bp
from reasoning.routes import reasoning_bp
from dashboard.routes import dashboard_bp

app = Flask(__name__)
app.config.from_object('config.Config')

# Registro de los módulos (Blueprints)
app.register_blueprint(auth_bp)
app.register_blueprint(memory_bp)
app.register_blueprint(attention_bp)
app.register_blueprint(reasoning_bp)
app.register_blueprint(dashboard_bp)
```

Además, este enfoque hace que el proyecto sea fácilmente escalable: si en el futuro se desea añadir nuevos juegos o secciones (por ejemplo, un módulo de entrenamiento visual o un sistema de notificaciones), solo habría que crear un nuevo *Blueprint* y registrarlo aquí, sin necesidad de alterar el núcleo de la aplicación.

## Flujo de trabajo con Blueprints

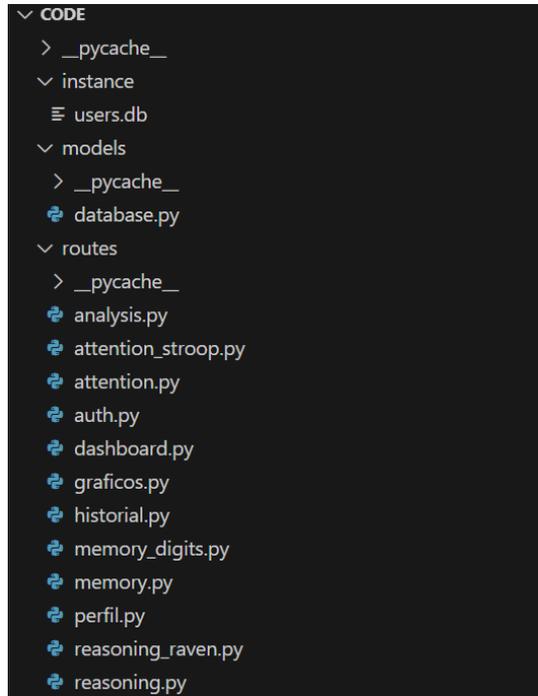
Durante el desarrollo del proyecto, la utilización de *Blueprints* ha sido clave para mantener una estructura clara, modular y fácil de escalar. Gracias a este enfoque, cada parte del sistema se ha podido desarrollar de forma independiente, facilitando tanto la organización del código como la incorporación progresiva de nuevas funcionalidades. El flujo de trabajo fue el siguiente:

- Primero se creó y validó el módulo de autenticación (*auth*), encargado de permitir el registro y acceso de usuarios a la plataforma. Se probó por separado para asegurar que la gestión de sesiones y contraseñas funcionara correctamente.
- Una vez funcionando el acceso de usuarios, se añadieron los módulos de los juegos: memoria, atención y razonamiento. Cada uno se desarrolló como un *Blueprint* con su propia lógica *backend*, plantilla *HTML* y hoja de estilos, lo que permitió enfocarse en cada ejercicio por separado sin afectar al resto.
- Después se incorporaron los módulos de *dashboard* e informes, encargados de mostrar la evolución del usuario y generar análisis personalizados mediante la *API* de *OpenAI*.

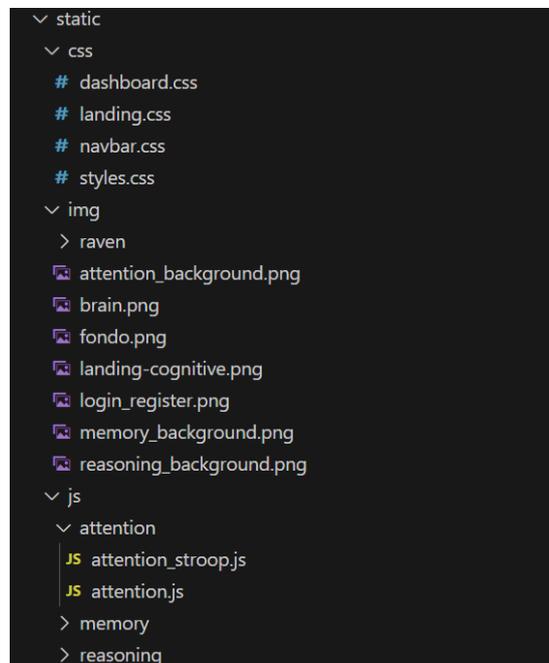
Todo esto fue posible gracias a que el sistema estaba desde el principio preparado para crecer de forma ordenada.

## Herramientas utilizadas para esta organización

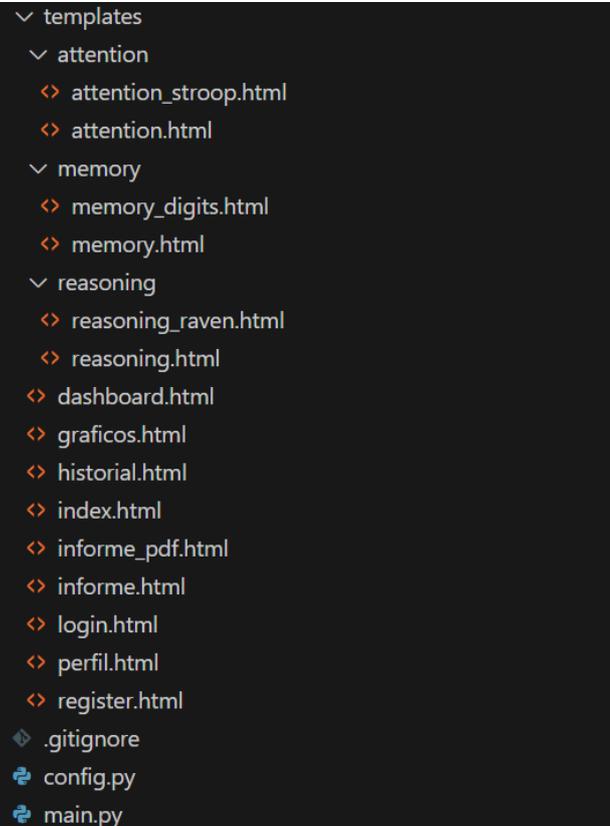
- *Visual Studio Code* fue el entorno principal de desarrollo, gracias a su facilidad para gestionar múltiples archivos, su terminal integrada y extensiones útiles para *Python*, *Flask* y *HTML*.
- *GitHub* se utilizó para el control de versiones, lo que permitió guardar avances de forma segura, probar nuevas funciones en ramas separadas y volver atrás fácilmente si algo fallaba.



*Ilustración 21- Estructura de carpetas del proyecto en VS Code (1)*



*Ilustración 22- Estructura de carpetas del proyecto en VS Code (2)*



*Ilustración 23- Estructura de carpetas del proyecto en VS Code (3)*

### **5.2.2 GESTIÓN DE USUARIOS Y AUTENTICACIÓN**

Cuando un usuario accede por primera vez a la plataforma, lo primero que ve es una pantalla de bienvenida con el nombre del proyecto: **COGNITIV.AI**. Esta página inicial está pensada para que cualquier persona mayor entienda rápidamente qué hacer a continuación. Incluye dos botones bien visibles: uno para iniciar sesión y otro para registrarse. El diseño es sencillo, claro y con colores suaves, siguiendo la misma línea visual del resto de la plataforma.



*Ilustración 24 - Página de bienvenida a la plataforma*

Uno de los pilares básicos del sistema es la posibilidad de que cada usuario tenga su propio perfil con sus datos, resultados e informes personalizados. Para lograr esto, se ha implementado un sistema de autenticación sencillo pero seguro, que permite el registro, inicio de sesión y cierre de sesión de los usuarios.

Para gestionar las sesiones de usuario se utiliza la extensión *Flask-Login*, que facilita el control de acceso a las rutas protegidas y mantiene la información del usuario activo durante la sesión. Además, se utiliza *Flask-Bcrypt* para cifrar de manera segura las contraseñas antes de almacenarlas en la base de datos.

Durante el registro, el sistema realiza algunas validaciones básicas: primero comprueba que el correo electrónico no esté ya registrado, y después que la contraseña tenga al menos seis caracteres. Si ambas condiciones se cumplen, se genera un hash de la contraseña usando *bcrypt.generate\_password\_hash()* y se almacena junto con el resto de los datos del usuario. De esta forma, las contraseñas no se guardan nunca en texto plano, lo que aporta una capa de seguridad importante ante posibles accesos no autorizados a la base de datos.

Aquí se puede ver cómo se gestiona el registro en el archivo *auth.py*:

```
@auth.route('/register', methods=['GET', 'POST'])
def register():
    if request.method == 'POST':
        username = request.form['username']
        email = request.form['email']
        password = request.form['password']

        user_existente = User.query.filter_by(email=email).first()
        if user_existente:
            flash("El correo electrónico ya está registrado.", "danger")
            return redirect(url_for('auth.register'))

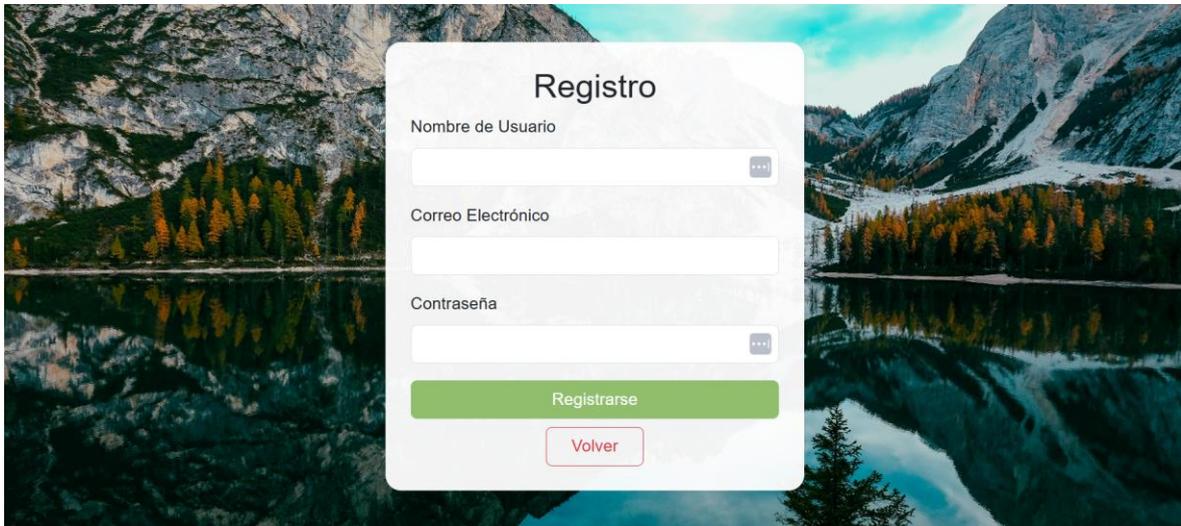
        if len(password) < 6:
            flash("La contraseña debe tener al menos 6 caracteres.", "danger")
            return redirect(url_for('auth.register'))

        hashed_password = bcrypt.generate_password_hash(password).decode('utf-8')
        new_user = User(username=username, email=email, password=hashed_password)

        db.session.add(new_user)
        db.session.commit()

        flash("Registro exitoso.", "success")
        return redirect(url_for('auth.login'))

    return render_template('register.html')
```



*Ilustración 25 - Página de registro*

Una vez registrado, el usuario puede iniciar sesión desde el formulario de login. En este proceso, se recupera el usuario desde la base de datos mediante su correo electrónico, y se compara la contraseña introducida con el hash almacenado. Si coinciden, se activa la sesión con `login_user(user)`, lo que permite al sistema reconocer al usuario en cada una de las rutas protegidas:

```
@auth.route('/login', methods=['GET', 'POST'])
def login():
    if request.method == 'POST':
        email = request.form['email']
        password = request.form['password']
        user = User.query.filter_by(email=email).first()

        if user and bcrypt.check_password_hash(user.password, password):
            login_user(user)
            return redirect(url_for('dashboard.user_dashboard'))

        flash("Usuario o contraseña incorrectos", "auth_error")

    return render_template('login.html')
```

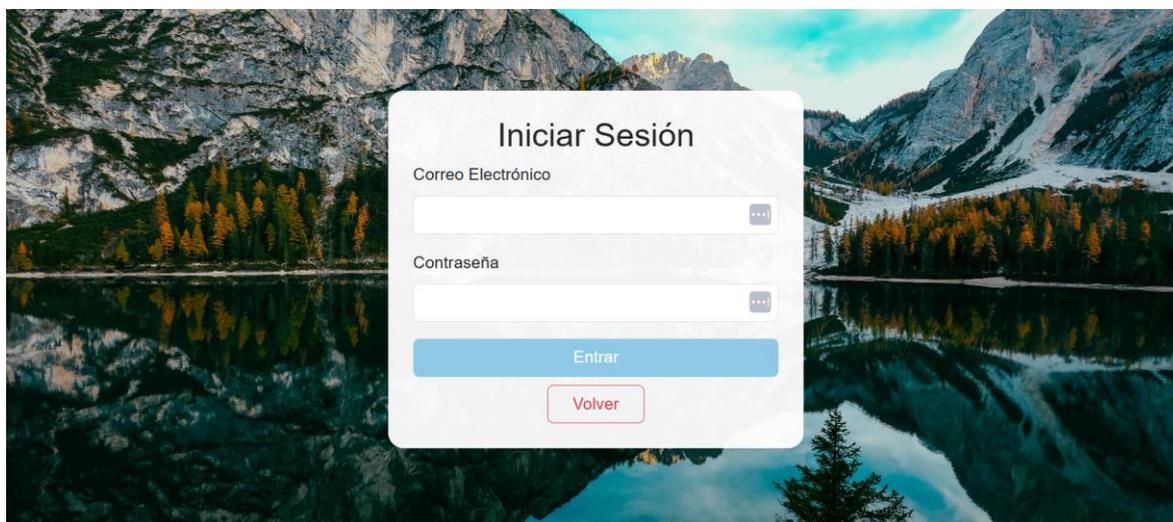


Ilustración 26 - Página de login

Por último, el sistema también permite cerrar sesión de forma segura a través de la ruta */logout*, que ejecuta *logout\_user()* y redirige al usuario a la página de inicio.

Todo esto se conecta desde el archivo principal *main.py*, donde se inicializa la extensión *Flask-Bcrypt* y se configuran las rutas necesarias con *LoginManager*, asegurando así que cualquier intento de acceso no autorizado redirige automáticamente al *login*:

```
bcrypt = Bcrypt(app)

login_manager = LoginManager()
login_manager.init_app(app)
login_manager.login_view = "auth.login"
```

Gracias a este sistema, cada usuario puede tener su propio espacio privado dentro de la plataforma, y todos sus datos quedan correctamente asociados a su perfil. Además, al aplicar encriptación segura y validaciones básicas, se garantiza un mínimo de seguridad para el acceso a la plataforma sin que el proceso resulte complicado.

### 5.2.3 REGISTRO Y ALMACENAMIENTO DE RESULTADOS

Uno de los aspectos más importantes del sistema es poder registrar y guardar el rendimiento de los usuarios en cada ejercicio, ya que esta información es clave tanto para el seguimiento personal como para la generación posterior de informes. Para lograr esto, se ha implementado una lógica específica en el *backend* para almacenar los resultados de cada juego en la base de datos asociando cada dato al usuario correspondiente.

#### Modelado en la base de datos

Para guardar los resultados, se han definido varios modelos en el archivo *database.py*, todos ellos relacionados con la tabla de usuarios a través de claves foráneas:

- ***MemoryResult*** → almacena resultados de juegos de memoria.
- ***AttentionResult*** → almacena resultados de juegos de atención.
- ***ReasoningResult*** → almacena resultados de juegos de razonamiento lógico.

Cada modelo incluye los campos relevantes según el tipo de ejercicio, además de un campo de *timestamp* que registra la fecha y hora en la que se hizo el ejercicio.

#### Ejercicios de memoria

Los juegos de memoria registran dos métricas principales:

- *time\_spent*: tiempo total (en segundos) invertido por el usuario en completar la actividad.
- *attempts*: número total de intentos hasta resolver correctamente todas las parejas o secuencias.

## Modelo de base de datos:

```
class MemoryResult(db.Model):
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    user_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('user.id'),
nullable=False)
    timestamp = db.Column(db.DateTime, default=datetime.utcnow)
    time_spent = db.Column(db.Float)
    attempts = db.Column(db.Integer)
```

Código backend en *memory.py*:

```
@memory.route('/memory/save', methods=['POST'])
@login_required
def save_memory_result():
    data = request.get_json()
    time_spent = data.get('time_spent')
    attempts = data.get('attempts')

    result = MemoryResult(
        user_id=current_user.id,
        time_spent=time_spent,
        attempts=attempts
    )
    db.session.add(result)
    db.session.commit()
    return jsonify({"status": "success"})
```

## Ejercicios de atención

Los ejercicios de atención se centran en la rapidez y precisión con la que el usuario responde.

Por eso se recogen los siguientes datos:

- *average\_time*: tiempo medio de respuesta en segundos.
- *errors*: número total de errores cometidos.
- *rounds\_completed*: número de rondas completadas correctamente.

### Modelo de base de datos:

```
class AttentionResult(db.Model):
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    user_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('user.id'),
nullable=False)
    timestamp = db.Column(db.DateTime, default=datetime.utcnow)
    average_time = db.Column(db.Float)
    errors = db.Column(db.Integer)
    rounds_completed = db.Column(db.Integer)
```

### Código backend en *attention.py*:

```
@attention.route('/attention/save', methods=['POST'])
@login_required
def save_attention_result():
    data = request.get_json()
    average_time = data.get('average_time')
    errors = data.get('errors')
    rounds_completed = data.get('rounds_completed')

    result = AttentionResult(
        user_id=current_user.id,
        average_time=average_time,
        errors=errors,
        rounds_completed=rounds_completed
    )
    db.session.add(result)
    db.session.commit()
    return jsonify({"status": "success"})
```

Este mismo patrón también se aplica al juego *Stroop*, en *attention\_stroop.py*, donde se utilizan los mismos campos y lógica de guardado.

## Ejercicios de razonamiento

Los ejercicios de razonamiento registran el número de respuestas correctas e incorrectas, así como el tiempo total invertido:

- *correct*: número total de respuestas correctas.
- *incorrect*: número total de respuestas erróneas.
- *time\_spent*: duración total del ejercicio en segundos.

## Modelo de base de datos:

```
class ReasoningResult(db.Model):
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    user_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('user.id'),
    nullable=False)
    timestamp = db.Column(db.DateTime, default=datetime.utcnow)
    correct = db.Column(db.Integer)
    incorrect = db.Column(db.Integer)
    time_spent = db.Column(db.Float)
```

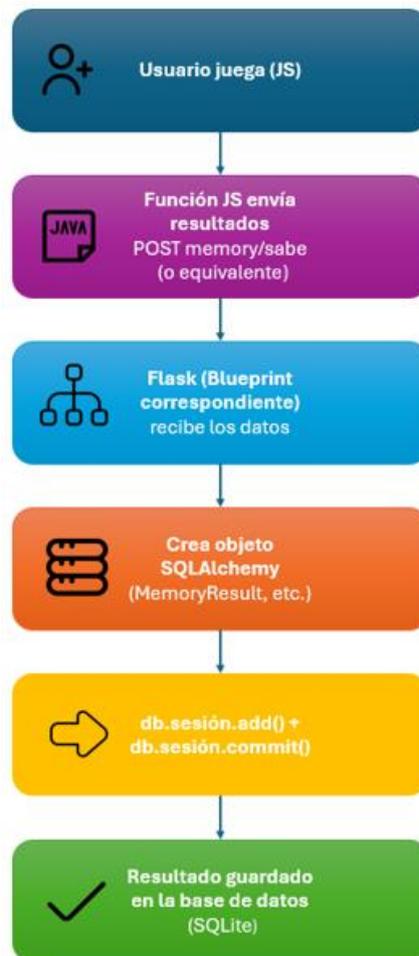
Código backend en *reasoning.py*:

```
@reasoning.route('/reasoning/save', methods=['POST'])
@login_required
def save_reasoning_result():
    data = request.get_json()
    correct = data.get('correct')
    incorrect = data.get('incorrect')
    time_spent = data.get('time_spent')

    result = ReasoningResult(
        user_id=current_user.id,
        correct=correct,
        incorrect=incorrect,
```

```
time_spent=time_spent
)
db.session.add(result)
db.session.commit()
return jsonify({"status": "success"})
```

El archivo *reasoning\_raven.py* sigue la misma lógica, ya que también utiliza el modelo *ReasoningResult*.



*Ilustración 27 - Flujo de datos desde el usuario hasta el guardado de resultados*

#### 5.2.4 SEGURIDAD BÁSICA

Aunque la plataforma no maneja datos extremadamente sensibles, sí es importante garantizar una seguridad mínima para proteger la información personal de los usuarios y evitar accesos no autorizados. Para ello, se han implementado una serie de medidas que permiten trabajar con tranquilidad sin complicar la experiencia de uso.

##### **Cifrado de contraseñas**

Una de las principales medidas de seguridad es el uso de *Flask-Bcrypt* para el almacenamiento de contraseñas. Cuando un usuario se registra, su contraseña no se guarda en texto plano, sino que se transforma en un hash seguro mediante el método *generate\_password\_hash()*. Este hash incluye una sal aleatoria o (bit aleatorio) y un algoritmo robusto que dificulta los ataques por fuerza bruta.

Durante el inicio de sesión, no se descripta la contraseña guardada, sino que se utiliza *check\_password\_hash()* para compararla con la que ha introducido el usuario. Esto garantiza que incluso si alguien accediera a la base de datos, no podría obtener las contraseñas originales.

##### **Protección de rutas**

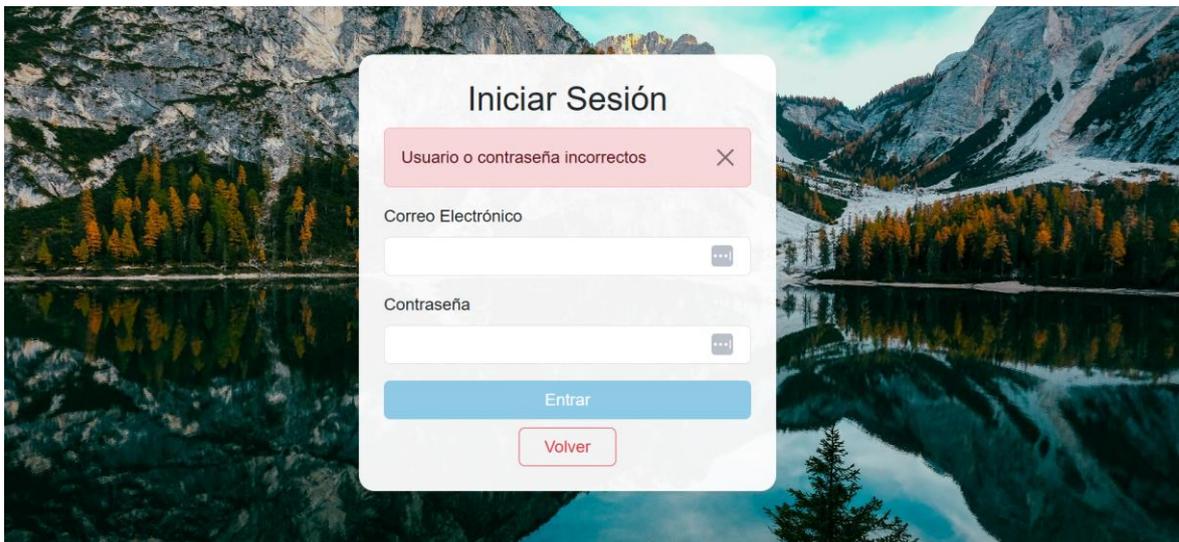
Gracias a la extensión *Flask-Login*, se ha protegido el acceso a las rutas más importantes de la plataforma. Todas las páginas internas (*dashboard*, juegos, gráficos, historial, perfil, etc.) están decoradas con *@login\_required*, lo que significa que solo pueden ser accedidas por usuarios autenticados. Si un usuario intenta entrar directamente en alguna de estas rutas sin haberse identificado previamente, se le redirige automáticamente a la pantalla de *login*.

Ejemplo de uso en una ruta protegida:

```
@memory.route('/memory')
@login_required
def memory_game():
    return render_template('memory/memory.html')
```

## Validación de datos y control de errores

En los formularios de registro e inicio de sesión se incluyen validaciones básicas, como la comprobación de que el email no esté ya registrado o que la contraseña tenga una longitud mínima. Estas validaciones ayudan a prevenir errores del usuario y también posibles intentos de introducir datos maliciosos.



*Ilustración 28 - Error en el inicio de sesión*

Además, cuando se guardan resultados en la base de datos, se verifica que los datos recibidos desde el *frontend* sean coherentes. Si se detecta algún valor *None* o incompleto, se devuelve una respuesta de error en lugar de guardar datos incorrectos.

Ejemplo en *memory\_digits.py*:

```
if time_spent is None or attempts is None:  
    return jsonify({"status": "error", "message": "Datos incompletos"}), 400
```

## Gestión de sesiones

La sesión del usuario se mantiene activa mientras navega por la plataforma, pero se cierra automáticamente al pulsar el botón de cerrar sesión. Esto se controla con `logout_user()` desde *Flask-Login*, que elimina los datos de sesión actuales y redirige al usuario a la página principal.

Además, en el archivo principal *main.py* se ha configurado `login_manager.login_view` para que cualquier acceso no autorizado lleve directamente al *login*, añadiendo así una capa más de seguridad.

## Buenas prácticas aplicadas

- Contraseñas cifradas en la base de datos.
- Rutas internas protegidas con autenticación obligatoria.
- Validaciones de entrada tanto en *frontend* como en *backend*.
- No se expone información sensible en los formularios ni en los mensajes de error.
- Estructura clara que facilitaría la integración futura de seguridad avanzada (por ejemplo, recuperación de contraseñas o autenticación en dos pasos).

## 5.3 FRONTEND

El *frontend* de la plataforma está desarrollado con *HTML*, *CSS*, *JavaScript* y *Bootstrap*. Su objetivo es ofrecer una interfaz clara, accesible y fácil de usar. A continuación, se explican sus componentes principales.

### 5.3.1 ESTRUCTURA *HTML*, *CSS* Y *BOOTSTRAP*

La interfaz de la plataforma ha sido diseñada con el objetivo de resultar clara, visualmente agradable y accesible para personas mayores. Para lograrlo, se ha combinado el uso de *HTML* semántico, *Bootstrap 5.3* y estilos personalizados definidos en hojas *CSS* propias.

#### Plantillas *HTML*

La estructura de las páginas se basa en archivos *HTML* individuales que utilizan el motor de plantillas de *Flask* para insertar variables y rutas dinámicas (`{{ url_for(...) }}`). Cada vista carga sus propios estilos y recursos necesarios.

Por ejemplo, en el archivo *dashboard.html* se define un *layout* centrado con tarjetas para cada tipo de ejercicio (memoria, atención y razonamiento). Se utilizan clases de *Bootstrap* como *container*, *card*, *btn*, *navbar* y *dropdown* para dar forma al diseño.

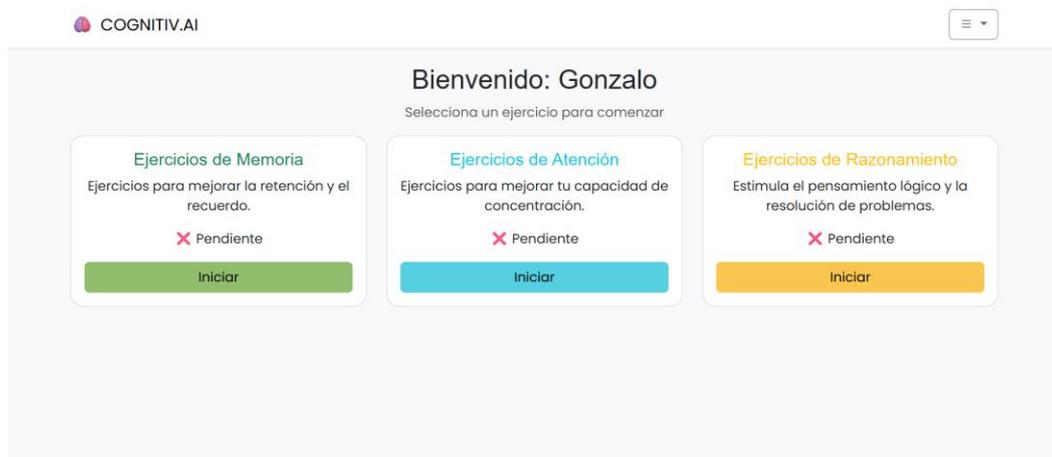


Ilustración 29 - Vista general del panel principal de usuario (dashboard)

Además, se insertan condicionales en *Jinja* (*condicional Jinja es un motor de plantillas usado comúnmente con Flask y otros frameworks web en Python que permite controlar qué contenido se muestra en una plantilla según los datos que se pasan desde Python*) para mostrar si un ejercicio ya ha sido completado ese día:

```
<p>{{ '✓ Completado' if memoria_jugada else '✗ Pendiente' }}</p>
```

En el archivo *memory.html*, correspondiente a uno de los juegos, se sigue una estructura similar, pero adaptada al contenido interactivo. El diseño incluye:

- Una barra de navegación con botón de volver.
- Un contenedor principal para el tablero del juego.
- Un modal Bootstrap con instrucciones previas antes de iniciar.

La organización del contenido es limpia y está centrada visualmente, lo cual es clave para que el usuario no se sienta perdido o saturado.

## Uso de Bootstrap

*Bootstrap* se ha utilizado principalmente para:

- Estructurar el contenido con rejillas (*row*, *col-md*, *container*).
- Aplicar estilos rápidos a botones, tarjetas, alertas y modales.
- Integrar iconos mediante *bootstrap-icons*.
- Gestionar la barra de navegación y menús desplegables.

Todos los recursos de *Bootstrap* se cargan mediante CDN, lo que evita dependencias locales y mejora el tiempo de carga.

Ejemplo de carga de *Bootstrap* desde el `<head>`:

```
<link  
href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.0/dist/css/bootstrap.min.css"  
rel="stylesheet">
```

## Estilos personalizados en CSS

Para dar un toque visual más adaptado al público objetivo y mantener coherencia entre juegos y secciones, se han creado archivos *CSS* propios como *styles.css*.

En este archivo se han definido estilos para:

- **Botones personalizados**, con colores suaves y transiciones para mejorar la experiencia de uso.
- **Fondos específicos para cada tipo de ejercicio**, usando imágenes distintas y evitando contrastes agresivos.
- **Tableros de juego**, con rejillas (*display: grid*) adaptadas a cada tipo de mecánica.
- **Modal de instrucciones**, pensado para que el usuario entienda rápidamente qué debe hacer.

Ejemplo de personalización de un botón:

```
.btn-success {  
  background-color: #90be6d;  
  border-color: #90be6d;  
}  
  
.btn-success:hover {  
  background-color: #4caf50;  
  border-color: #4caf50;  
  color: white;  
}
```

También se han definido clases como *.memory-board*, *.attention-board* o *.reasoning-board* para configurar visualmente los distintos tipos de juegos.

## **Diseño centrado en la accesibilidad**

Además del estilo visual, se ha intentado que todo sea claro y accesible:

- Tipografías grandes y legibles (*Poppins, Arial*).
- Colores suaves y consistentes para evitar confusión.
- Interacciones sencillas con instrucciones claras mediante modales.
- *Layouts* limpios sin elementos decorativos innecesarios.

### **5.3.2 DISEÑO ACCESIBLE PARA PERSONAS MAYORES**

Desde el inicio del proyecto, uno de los objetivos clave ha sido que la plataforma no solo fuese funcional, sino también accesible y cómoda para personas mayores, que muchas veces no están tan familiarizadas con la tecnología. Esto ha influido directamente en todas las decisiones de diseño del *frontend*, desde los colores hasta la disposición de los botones.

#### **Estética simple y agradable**

Se han utilizado colores suaves y agradables, evitando contrastes agresivos que puedan resultar molestos a la vista. Los fondos son mayoritariamente claros, y cada sección (memoria, atención, razonamiento) tiene su propia identidad visual con tonalidades diferentes, lo que ayuda al usuario a orientarse dentro de la plataforma sin confundirse.

Las tipografías también han sido seleccionadas teniendo en cuenta la legibilidad: se usan fuentes limpias como *Poppins* y *Arial*, con tamaños amplios en títulos y textos clave para que puedan leerse sin dificultad.

#### **Jerarquía visual clara**

El contenido está organizado de forma sencilla: títulos grandes, subtítulos claros y espacio suficiente entre los elementos para que no parezca todo apilado. Por ejemplo, en el *dashboard.html* se muestran las tres categorías de ejercicios como tarjetas separadas, cada una con su propio título, descripción y botón de acción.

Además, se evitan elementos decorativos innecesarios o animaciones complicadas. El objetivo es que el usuario sepa dónde hacer clic, qué va a pasar a continuación, y que no se sienta perdido en ningún momento.

### **Lenguaje sencillo y cercano**

Todos los textos, botones e instrucciones han sido redactados con un lenguaje cercano y fácil de entender. Se ha evitado el uso de tecnicismos, y se han sustituido por expresiones más familiares. Por ejemplo:

- En lugar de “Ejercicio finalizado correctamente”, simplemente se muestra:  
✔ **Completado.**
- Si queda pendiente, se indica de forma clara con ✘ **Pendiente.**

También se han añadido iconos visuales (como cerebros, listas o calendarios) para reforzar visualmente las acciones que representa cada botón, sin depender únicamente del texto.

### **Interacción sencilla y guiada**

Cada juego incluye un modal de instrucciones que aparece antes de comenzar. Este componente explica de forma breve cómo funciona el ejercicio y qué se espera del usuario, evitando que empiece sin entender la dinámica.

Los botones de interacción son grandes, con colores fácilmente diferenciables (verde para confirmar, rojo para volver, azul para acciones generales), y están colocados en lugares lógicos de la pantalla.

Además, los juegos han sido diseñados para ofrecer feedback visual inmediato: por ejemplo, en el juego de memoria, las cartas coincidentes cambian de color, y en los juegos de atención, los aciertos o errores se marcan con colores verdes o rojos suaves, en el Capítulo 5.5 se han adjuntado imágenes que muestran visualmente la explicación de estos puntos.

## **Adaptabilidad a distintos dispositivos**

El diseño está centrado en ofrecer una experiencia clara y accesible para su uso en ordenador, que es el único dispositivo desde el que se puede utilizar actualmente la plataforma. Esto se ha hecho así pensando en la comodidad y estabilidad visual que ofrece una pantalla grande, especialmente útil para personas mayores.

En resumen, todo el enfoque visual y de interacción ha estado orientado a que cualquier persona mayor pueda utilizar la plataforma sin ayuda externa, con seguridad y una experiencia positiva.

### **5.3.3 NAVEGACIÓN ENTRE PÁGINAS Y USABILIDAD**

Otro de los elementos clave del diseño de la plataforma ha sido la fluidez en la navegación. Se ha buscado que cualquier usuario, sin conocimientos técnicos previos, pueda moverse con facilidad por las diferentes secciones, entender dónde está en cada momento y acceder a lo que necesita en uno o dos clics como máximo.

#### **1. Estructura general**

La plataforma está organizada en torno a una barra de navegación superior que permanece visible en todas las secciones internas tras iniciar sesión. Desde esa barra, el usuario puede acceder a las siguientes secciones:

- Mi perfil
- Historial de informes
- Gráficos de progreso
- Cerrar sesión

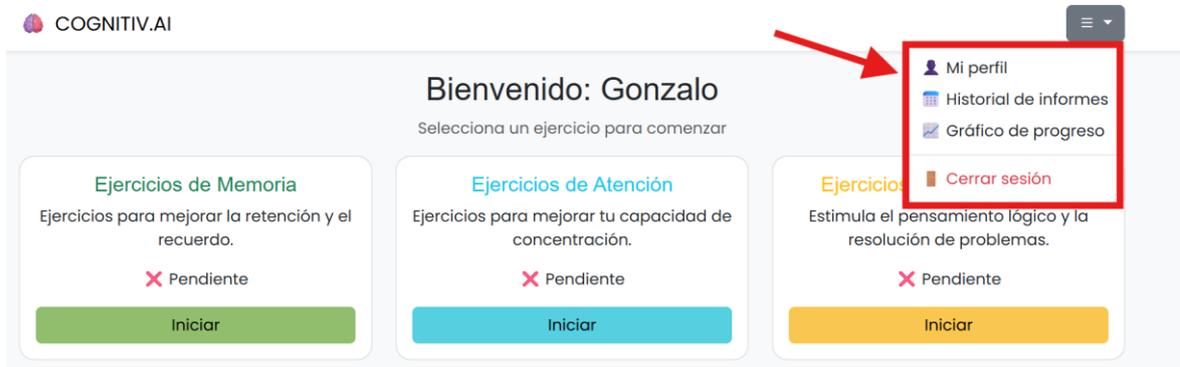


Ilustración 30 - Menú desplegable

Además, en la parte central del *dashboard.html*, se presentan de forma clara y visualmente ordenada los accesos a los tres bloques de ejercicios: memoria, atención y razonamiento. Cada tarjeta incluye una breve descripción, un botón para iniciarlo y un indicador visual que informa si ese tipo de ejercicio ya ha sido realizado ese día.

## Página de inicio

Al acceder por primera vez a la plataforma, el usuario ve una pantalla de bienvenida con el logotipo y dos botones grandes: uno para registrarse y otro para iniciar sesión. Esta interfaz inicial es muy sencilla a propósito, ya que está pensada para no abrumar al usuario y guiarlo directamente a la acción que necesita. Una vez registrado, el usuario es redirigido automáticamente al panel principal.

## Flujo de uso típico

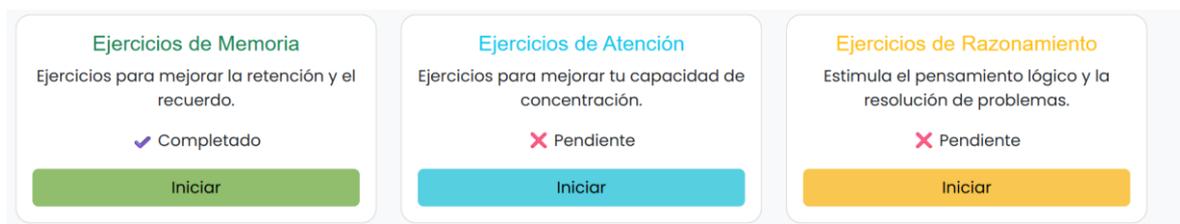
El flujo de uso está pensado para ser lo más directo y comprensible posible, especialmente para usuarios que no están familiarizados con herramientas digitales:

1. El usuario accede a la plataforma e inicia sesión.

2. Es redirigido al panel principal (*dashboard*), donde puede ver su rutina diaria pendiente y elegir un ejercicio de cada tipo:

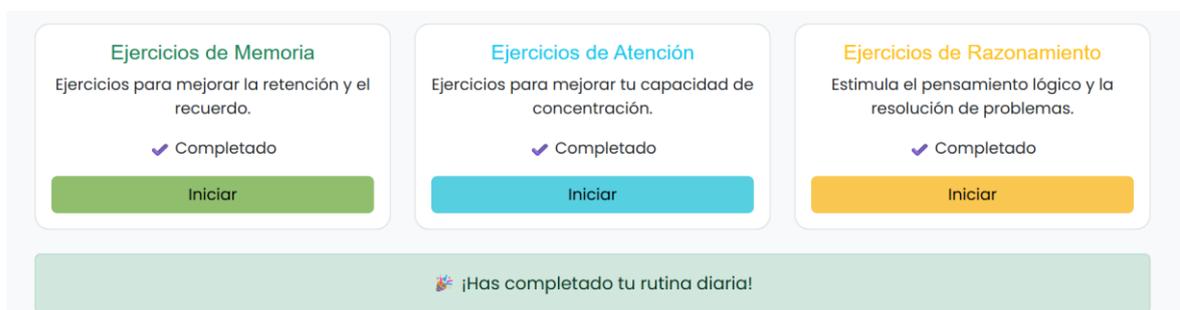
- Ejercicio de memoria
- Ejercicio de atención
- Ejercicio de razonamiento

3. A medida que completa cada uno de los tres ejercicios, se actualiza el estado visual en el panel, indicando si está  Completado o  Pendiente.



*Ilustración 31 - Ejercicio diario de memoria completado*

4. Una vez completados los tres ejercicios, aparece una alerta en pantalla indicando:  ¡Has completado tu rutina diaria!



*Ilustración 32 - Usuario completa la rutina diaria*

5. Después, el usuario puede seguir navegando por la plataforma para:

- Consultar sus informes anteriores generados por IA.
- Visualizar su progreso gráfico en cada categoría.
- Acceder a su perfil personal para ver o modificar sus datos.

Este flujo se repite cada día, permitiendo que el usuario mantenga una rutina cognitiva constante y tenga siempre a mano información sobre su evolución.

### **Navegación en los juegos**

Cada juego tiene su propia vista y cuenta con:

- Una barra superior que incluye un botón para volver al *dashboard*.
- Un modal con instrucciones claras antes de comenzar.
- Un diseño centrado que facilita enfocarse solo en la tarea.

Al finalizar el ejercicio, el usuario puede reiniciar el juego si quiere volver a practicar, o simplemente regresar a la pantalla principal.

### **Consistencia visual**

Todas las páginas mantienen una estética coherente: misma tipografía, botones con estilos consistentes, estructura centralizada del contenido y uso de colores suaves. Esto hace que el usuario no tenga que volver a "aprender" la interfaz cada vez que cambia de sección.

## **5.4 ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS**

La base de datos es el núcleo sobre el que se organiza toda la información de la plataforma: desde los datos del usuario hasta los resultados de los ejercicios y los informes generados automáticamente. Para su implementación se ha utilizado *SQLite*, una solución ligera y sencilla que encaja bien con el alcance del proyecto, junto con *SQLAlchemy*, una librería de

*Python* que permite definir y gestionar la base de datos de forma más limpia mediante objetos.

### 5.4.1 MODELOS PRINCIPALES

A continuación, se describen los modelos utilizados en la base de datos, todos definidos en el archivo *database.py*:

#### Usuario

Este modelo representa a cada persona registrada en la plataforma. Incluye campos como:

- ***id***: identificador único.
- ***username***: nombre de usuario.
- ***email***: dirección de correo electrónico (único).
- ***password***: contraseña cifrada.
- ***last\_report***: fecha del último informe generado.

Además, está conectado con los modelos de resultados e informes a través de relaciones.

#### Resultados de ejercicios

Cada tipo de ejercicio tiene su propia tabla de resultados:

- **MemoryResult**: almacena los intentos y el tiempo invertido en los juegos de memoria.
- **AttentionResult**: registra el tiempo medio de respuesta, los errores y las rondas completadas en los juegos de atención.
- **ReasoningResult**: guarda los aciertos, errores y tiempo en los ejercicios de razonamiento.

Todos estos modelos están relacionados con el usuario a través de una clave foránea (*user\_id*), lo que permite llevar un registro personalizado de la evolución de cada persona.

## Informes

Este modelo guarda los informes mensuales generados por la IA, con los siguientes campos:

- *id*: identificador único.
- *user\_id*: referencia al usuario correspondiente.
- *contenido*: texto del informe.
- *fecha*: fecha de creación del informe.

### 5.4.2 RELACIÓN ENTRE TABLAS

A nivel estructural, la base de datos sigue un modelo relacional en el que:

- Un usuario puede tener muchos resultados en cada tipo de ejercicio.
- Un usuario puede tener varios informes generados a lo largo del tiempo.

Este diseño permite consultar fácilmente toda la información asociada a un usuario, generar resúmenes o visualizar el progreso.

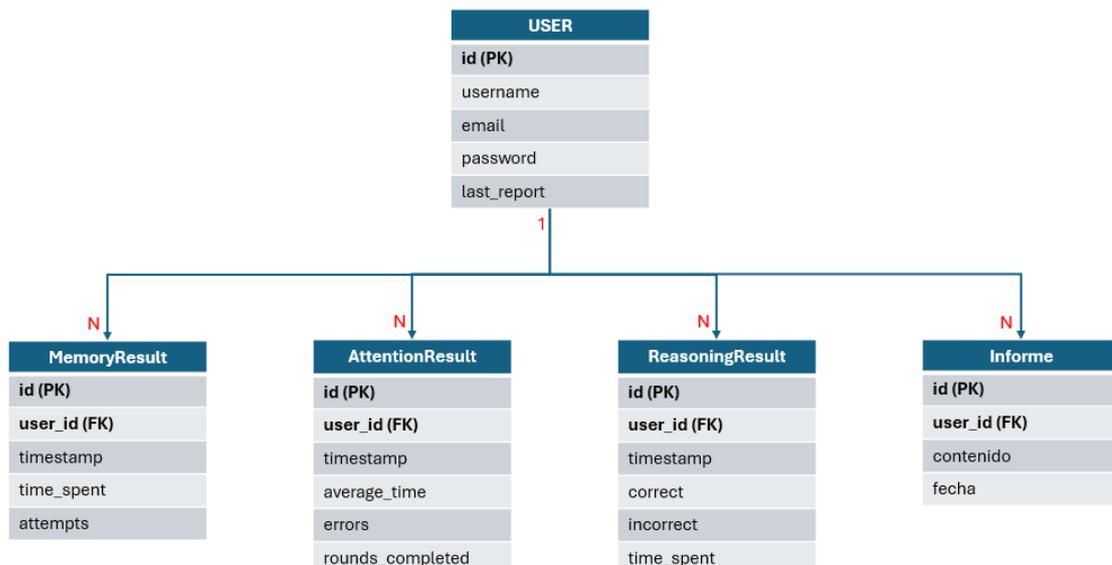


Ilustración 33 - Diagrama entidad-relación (ER) de la base de datos

## 5.5 DESARROLLO DE LOS EJERCICIOS COGNITIVOS

### 5.5.1 JUEGOS DE MEMORIA

#### 5.5.1.1 Parejas

Este juego clásico consiste en encontrar todas las parejas de cartas volteándolas de dos en dos. Al iniciar la actividad, el usuario ve un tablero de cartas boca abajo que debe ir emparejando por memoria.

El usuario recibe instrucciones claras mediante un modal antes de comenzar. Iniciado el juego, cada carta que se gira queda memorizada visualmente hasta que se encuentra su pareja. El objetivo es resolver el tablero en el menor número de intentos posible y en el menor tiempo.

Al finalizar, se envían los datos al backend mediante una petición *POST*, y se almacena el resultado en la base de datos (*MemoryResult*), incluyendo:

- *time\_spent*: tiempo total en segundos.
- *attempts*: número de clics o parejas fallidas antes de completarlo.

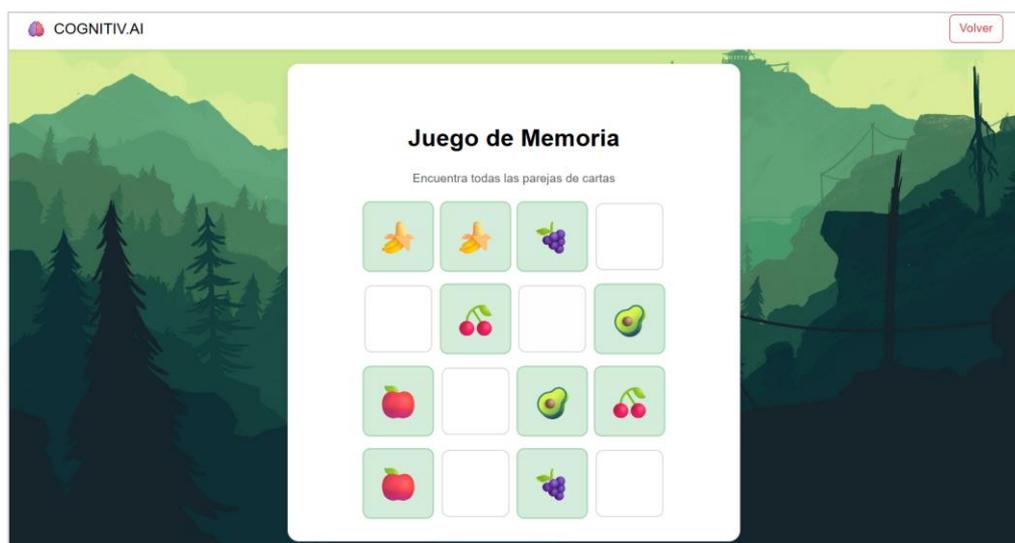


Ilustración 34 - Juego de parejas

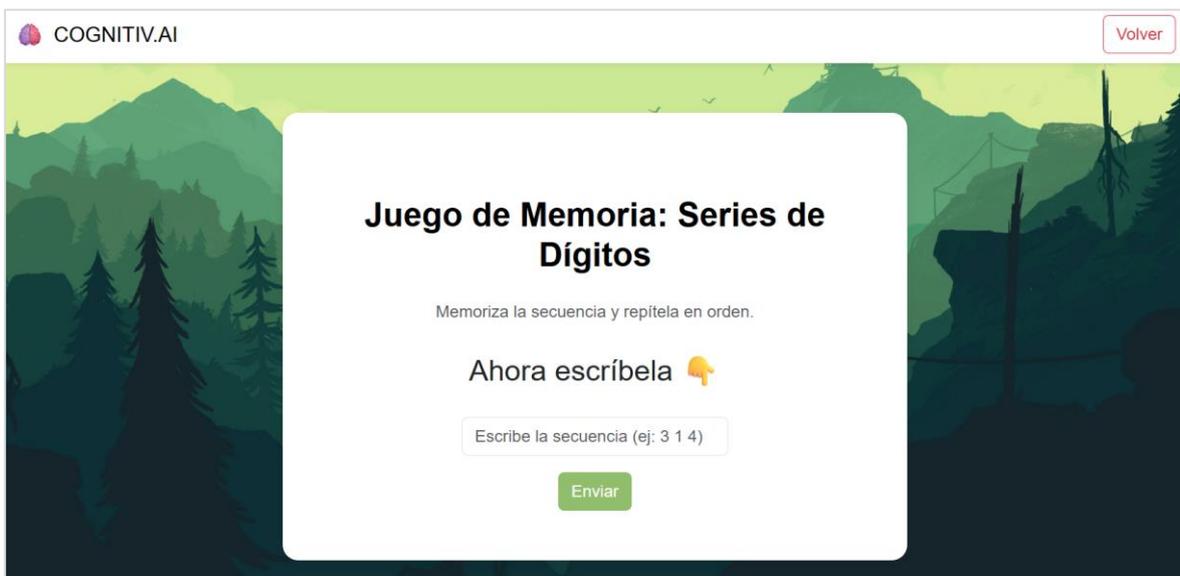
### 5.5.1.2 Dígitos

Este segundo ejercicio presenta una secuencia de dígitos al usuario durante unos segundos. Luego, la pantalla se limpia y se pide al usuario que introduzca la misma secuencia en el orden correcto.

Este tipo de juego entrena la memoria a corto plazo y la concentración visual. Es especialmente útil para detectar dificultades en la capacidad de retención inmediata.

También en este caso se recopilan y almacenan automáticamente los resultados, con los siguientes datos:

- `time_spent`: tiempo invertido en completar el intento.
- `attempts`: número de intentos realizados hasta introducir correctamente la secuencia.



*Ilustración 35 - Juego de dígitos*

## 5.5.2 JUEGOS DE ATENCIÓN

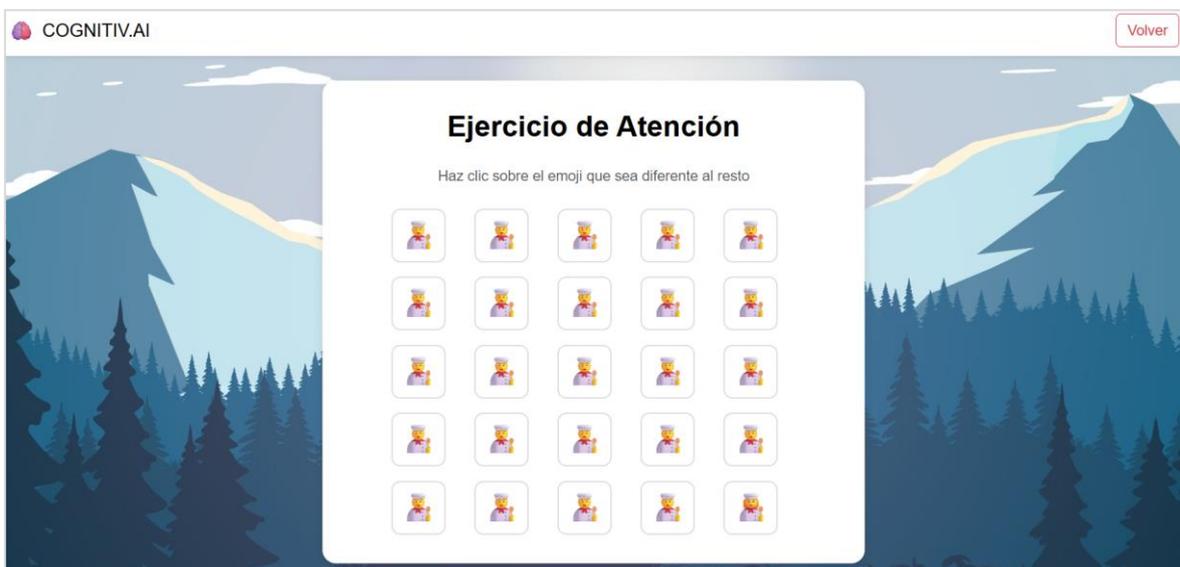
### 5.5.2.1 Encuentra el elemento diferente

En este ejercicio, el usuario debe localizar un emoticono diferente dentro de una cuadrícula. Todos los elementos son visualmente parecidos, salvo uno que varía sutilmente.

Este juego estimula la atención selectiva, ya que el usuario debe escanear rápidamente el conjunto y discriminar visualmente el elemento distinto.

Cada partida incluye varias rondas, y al final se recogen los siguientes datos:

- *average\_time*: tiempo medio de respuesta por ronda.
- *errors*: número de errores cometidos.
- *rounds\_completed*: total de rondas completadas.



*Ilustración 36 - Juego elemento diferente*

### 5.5.2.2 Stroop

Este ejercicio está inspirado en el conocido *test de Stroop*, una prueba clásica de neuropsicología utilizada para entrenar el control inhibitorio y la atención selectiva. Como se explica en Psicología y Mente:

*“El test de Stroop es un test psicológico vinculado especialmente a la neuropsicología que permite medir el nivel de interferencia generada por los automatismos en la realización de una tarea”.* [23]

En nuestro caso, el usuario debe seleccionar el color del texto, ignorando el contenido de la palabra escrita, lo cual activa un conflicto cognitivo al tener que inhibir una respuesta automática. Este tipo de tareas entrena la atención ejecutiva, la velocidad mental y el control de impulsos, esenciales para el rendimiento diario.

Se registran automáticamente los siguientes datos:

- *average\_time*: tiempo medio de respuesta.
- *errors*: número de selecciones incorrectas.
- *rounds\_completed*: número total de rondas jugadas.



*Ilustración 37 - Juego Stroop*

### 5.5.3 JUEGOS DE RAZONAMIENTO

#### 5.5.3.1 Matrices de Raven

Este ejercicio se basa en el estilo de las *matrices progresivas de Raven*, un clásico en la evaluación de la inteligencia fluida. Estas pruebas consisten en identificar el elemento que falta para completar un patrón lógico de figuras dispuestas en forma de matriz.

Al igual que en la prueba original, el usuario debe aplicar razonamiento abstracto no verbal para resolver los problemas planteados, lo que estimula la inteligencia fluida, la observación visual y la toma de decisiones basada en lógica inductiva [24].

Datos registrados:

- *correct*: número de respuestas acertadas.
- *incorrect*: número de fallos.
- *time\_spent*: tiempo total invertido.

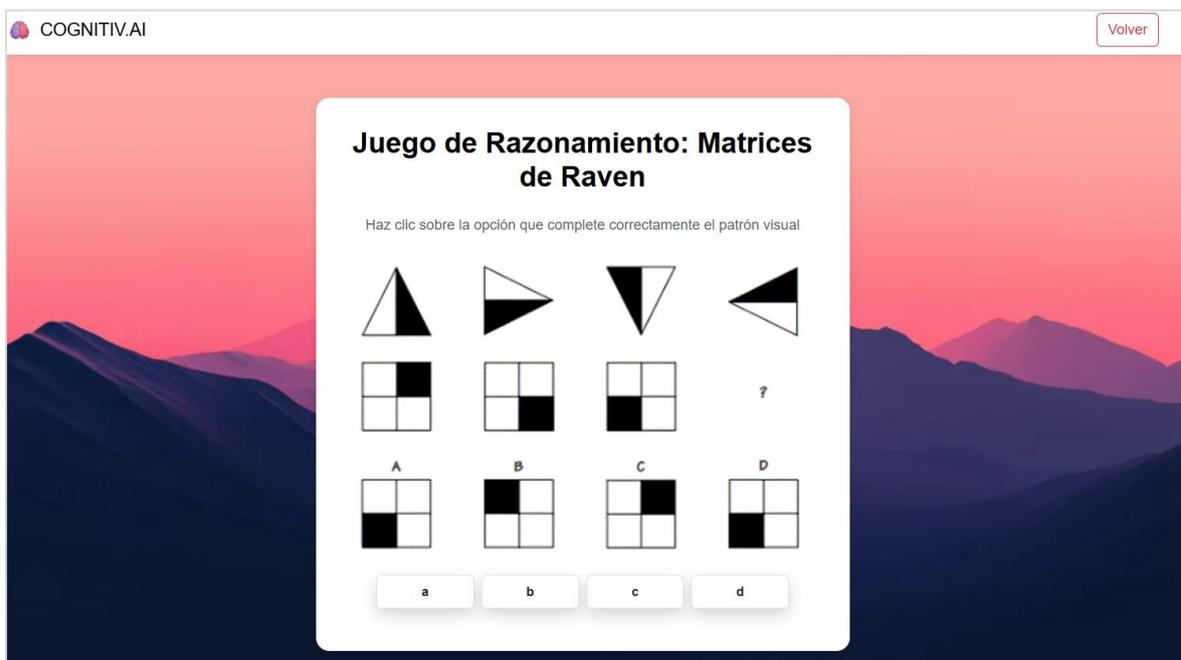


Ilustración 38 - Juego Matrices de Raven

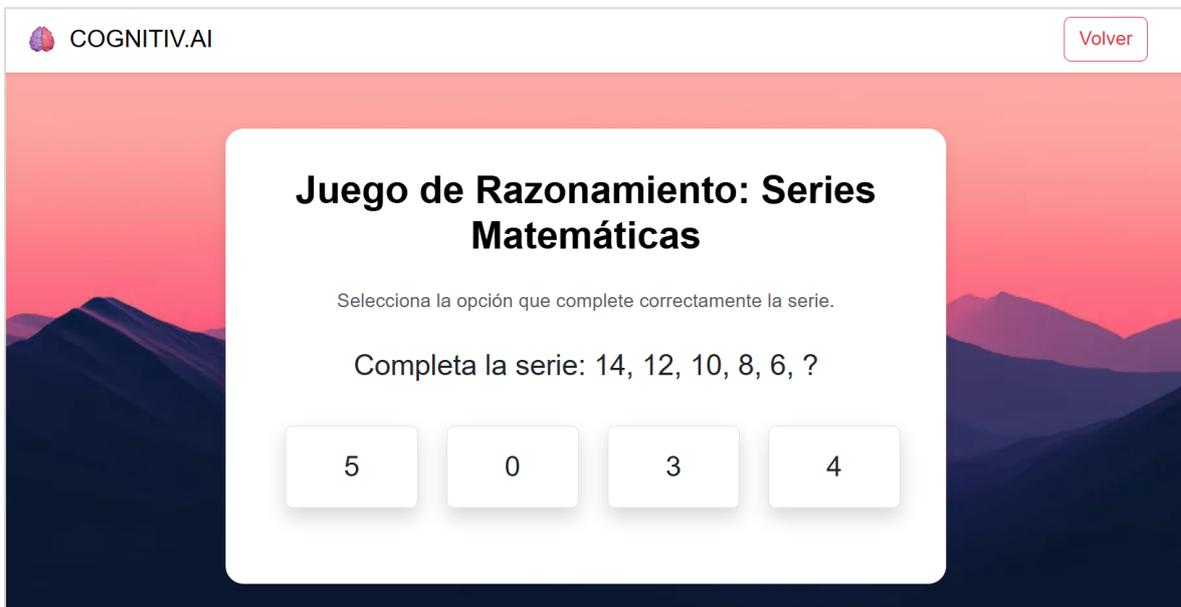
### 5.5.3.2 Series matemáticas

Este segundo ejercicio presenta preguntas de lógica sencilla con formato de prueba. Cada pregunta ofrece varias opciones, de las cuales solo una es correcta. El usuario debe seleccionar la respuesta que mejor resuelva el planteamiento.

Se trata de un ejercicio más verbal y simbólico, orientado a entrenar la deducción lógica y la atención al detalle. La simplicidad en el enunciado favorece su comprensión por parte de personas mayores, sin perder el valor cognitivo.

Datos registrados:

- *correct*: número de aciertos.
- *incorrect*: número de errores.
- *time\_spent*: tiempo total de resolución.



The screenshot shows a game interface for 'COGNITIV.AI'. At the top left is the logo and name 'COGNITIV.AI', and at the top right is a 'Volver' button. The main content area has a white background with a dark blue and purple mountain range in the background. The title 'Juego de Razonamiento: Series Matemáticas' is centered. Below the title, the instruction 'Selecciona la opción que complete correctamente la serie.' is displayed. The question is 'Completa la serie: 14, 12, 10, 8, 6, ?'. Below the question are four buttons with the numbers 5, 0, 3, and 4.

Ilustración 39 - Series matemáticas

## 5.6 PANEL DE EVOLUCIÓN Y VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS

Uno de los objetivos fundamentales de la plataforma es que el usuario no solo entrene su mente, sino que también pueda visualizar de forma clara cómo va progresando con el tiempo. Para ello se ha creado un panel de estadísticas accesible desde el menú principal, donde se muestran gráficas personalizadas por categoría cognitiva.

### Visualización y tecnología empleada

Las gráficas se generan usando la librería *Chart.js*, que permite mostrar datos de forma visual e interactiva. Las métricas representadas incluyen el promedio diario de errores o intentos en cada tipo de ejercicio. El panel está integrado en la plantilla *graficos.html* y se renderiza dinámicamente usando datos extraídos desde la base de datos mediante *SQLAlchemy*.

El usuario puede también filtrar los resultados por mes, seleccionando una opción desde un *input* tipo *month*, lo que le permite consultar su evolución durante períodos específicos.

### Datos representados por cada tipo de ejercicio

#### 1. Memoria

- Se representa el promedio de intentos (*attempts*) diarios que ha necesitado el usuario para completar los juegos.
- Esta métrica permite ver si mejora su eficiencia a la hora de recordar posiciones o secuencias.

#### 2. Atención

- Se grafican los errores cometidos en los juegos de atención.
- Permite evaluar si el usuario reduce sus fallos con la práctica y mejora su capacidad de concentración.

### 3. Razonamiento

- Se muestran los errores (*incorrect*) en las tareas de razonamiento lógico.
- Esto ayuda a visualizar si el usuario aumenta su precisión y toma mejores decisiones con el tiempo.

Todas las gráficas utilizan el mismo formato:

- **Eje X:** fechas de los días en los que el usuario ha hecho ejercicios (formato: “01-May”, “03-May”...).
- **Eje Y:** valor medio de la métrica correspondiente (errores o intentos).
- Solo se muestran los días impares en el eje X para mejorar la legibilidad visual del gráfico, evitando solapamiento de texto.



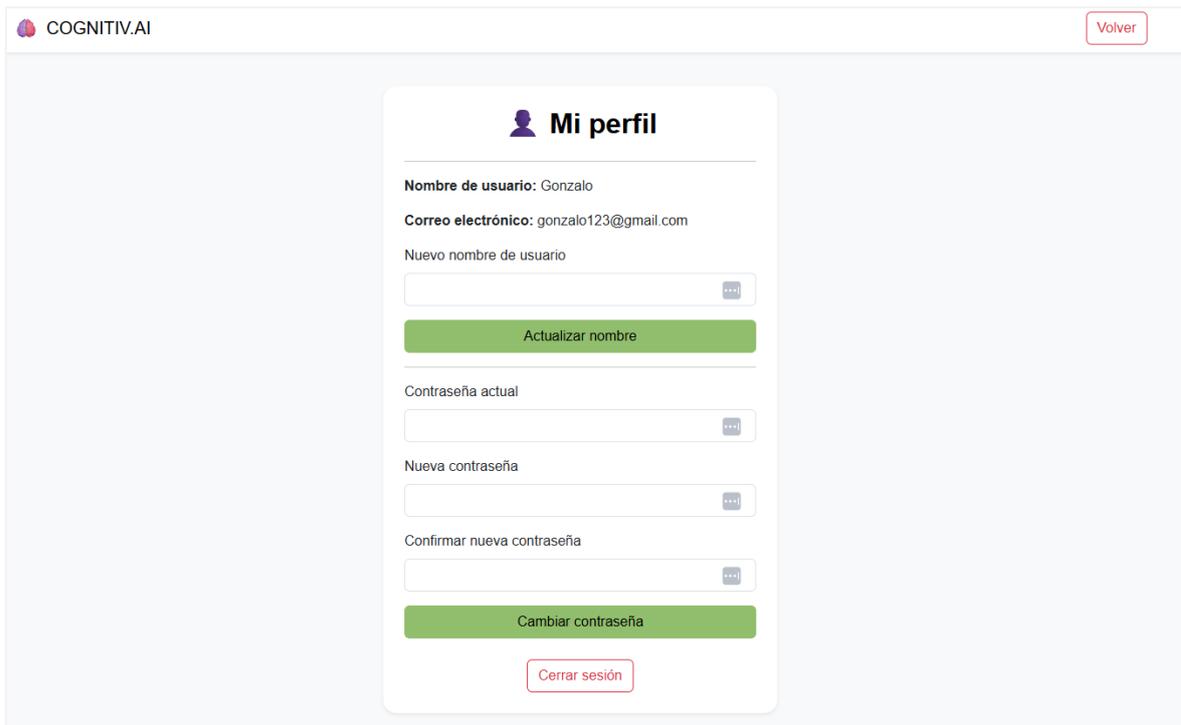
Ilustración 40 - Gráficos de progreso

## 5.7 EDICIÓN DE PERFIL

Desde la sección “Mi perfil”, el usuario puede cambiar su nombre de usuario y modificar su contraseña. Para ello, se han añadido formularios sencillos con validaciones básicas:

- La contraseña actual debe ser correcta.
- La nueva contraseña debe coincidir con la confirmación y tener al menos 6 caracteres.

Las contraseñas se cifran usando *Flask-Bcrypt* antes de guardarse en la base de datos, garantizando la seguridad



The screenshot shows a web interface for 'COGNITIV.AI'. In the top right corner, there is a 'Volver' button. The main content area is titled 'Mi perfil' with a user icon. Below the title, the following information is displayed:

- Nombre de usuario: Gonzalo
- Correo electrónico: gonzalo123@gmail.com

There are two main sections for editing:

- Change Name:** A text input field labeled 'Nuevo nombre de usuario' with a clear button (X). Below it is a green button labeled 'Actualizar nombre'.
- Change Password:** Three text input fields: 'Contraseña actual', 'Nueva contraseña', and 'Confirmar nueva contraseña', each with a clear button (X). Below them is a green button labeled 'Cambiar contraseña'.

At the bottom of the profile card, there is a red button labeled 'Cerrar sesión'.

Ilustración 41 - Vista del perfil con opciones de edición

## 5.8 HISTORIAL E INFORMES ANTERIORES

Además del panel de progreso visual, la plataforma cuenta con una sección de historial de informes, donde los usuarios pueden consultar fácilmente los reportes mensuales generados por la inteligencia artificial. Esta funcionalidad está diseñada para ser clara, práctica y fácilmente accesible desde el menú principal.

Desde la barra de navegación del *dashboard*, el usuario puede acceder a la pestaña "Historial de informes", que carga la vista `historial.html`. En ella se muestran todos los informes generados previamente, listados por orden cronológico descendente (de más reciente a más antiguo). Además, se ha incorporado un buscador por fecha que permite filtrar los informes en tiempo real, facilitando su localización cuando hay varios generados.

Cada informe contiene un análisis redactado automáticamente por la IA a partir de los datos del usuario en las tres áreas cognitivas: memoria, atención y razonamiento. El contenido es natural, claro y personalizado, y sirve como guía para entender los progresos o dificultades detectadas durante el mes.

La página HTML `historial.html` recibe desde el *backend* una lista con todos los informes asociados al usuario activo (informes) y los representa con tarjetas de *Bootstrap*. Cada tarjeta incluye la fecha del informe y un botón que redirige a la ruta `historial.descargar_informe`, encargada de generar y servir el archivo PDF.

```
<a href="{ { url_for('historial.descargar_informe', informe_id=informe.id) } }" class="btn btn-primary">  
    Descargar informe  
</a>
```



Ilustración 42 - Vista del historial de informes

## 5.9 GENERACIÓN AUTOMÁTICA DEL INFORME MENSUAL

Una de las funcionalidades más importantes de la plataforma es la capacidad de generar informes mensuales personalizados mediante inteligencia artificial. Estos informes recogen y analizan el rendimiento del usuario en las áreas de memoria, atención y razonamiento, y presentan los resultados de forma clara y comprensible, adaptada a su progreso real.

El día 1 de cada mes, la plataforma lanza automáticamente un proceso que:

1. Recoge los resultados del usuario almacenados durante el mes anterior (intentos, errores, tiempos...).
2. Organiza y resume esos datos por categoría cognitiva.
3. Construye un *prompt* detallado y personalizado, que se envía a la *API de OpenAI*.
4. Recibe un informe redactado en lenguaje natural, con un análisis adaptado al desempeño individual del usuario.
5. Almacena el informe en la base de datos y lo asocia a la fecha correspondiente.

6. Envía una copia por correo electrónico al usuario, facilitando su consulta sin necesidad de iniciar sesión.

### Diseño del prompt

El *prompt* enviado a la *IA* es una de las claves para que el informe final tenga valor real para el usuario. En este caso, está diseñado cuidadosamente con los siguientes elementos:

- Indica a la *IA* que actúe como un neuropsicólogo especializado en personas mayores, lo que influye en el tono y contenido del análisis.
- Explica con detalle qué debe hacer: evaluar tendencias, detectar diferencias entre áreas, identificar progresos o retrocesos, y proponer recomendaciones prácticas.
- Le exige redactar en un tono claro, empático y sin tecnicismos, pensando en que lo leerán usuarios no expertos o familiares.
- Se evita el uso de respuestas genéricas, forzando a que el contenido sea personalizado y centrado en los datos reales del usuario.

Este diseño del *prompt* consigue que el informe parezca redactado por un profesional humano, lo que aporta mucho valor tanto para el seguimiento personal como para un posible acompañamiento familiar o clínico.

```
def construir_prompt(json_data):
```

```
    prompt = f"""
```

```
Eres un neuropsicólogo especializado en envejecimiento cognitivo y desarrollo de planes personalizados de estimulación. Tu tarea es analizar los resultados de un usuario mayor que ha estado realizando ejercicios cognitivos en tres áreas: memoria, atención y razonamiento.
```

```
Usa los datos semanales proporcionados a continuación para:
```

1. Evaluar la evolución del rendimiento del usuario en cada tipo de ejercicio (memoria, atención y razonamiento), observando tendencias positivas, negativas o estancamiento.
2. Detectar si hay alguna diferencia significativa entre áreas (por ejemplo, si mejora en memoria, pero empeora en atención).
3. Comentar si se observan días especialmente buenos o malos, inestabilidad o progresión constante.

4. Emitir una conclusión general sobre el rendimiento cognitivo del usuario durante esta semana.
5. Redactar recomendaciones personalizadas para continuar con el progreso o corregir retrocesos. Estas recomendaciones pueden incluir:
  - ajustes de dificultad
  - ejercicios complementarios
  - hábitos saludables que favorezcan el rendimiento cognitivo
6. (Opcional) Si observas un patrón que sugiera deterioro cognitivo leve (por ejemplo, empeoramiento sostenido en más de un área), indícalo con tacto, sin alarmismo.

**\*\*Tono del informe: \*\*** claro, empático y profesional. El texto debe ser entendible para un familiar o cuidador, sin tecnicismos. Evita frases genéricas: haz que el informe parezca redactado para este usuario en concreto.

Resultados del usuario del `{json_data['semana_del']}` al `{json_data['semana_hasta']}`:

Memoria:

```
{json_data['memoria']}
```

Atención:

```
{json_data['atencion']}
```

Razonamiento:

```
{json_data['razonamiento']}
```

```
"""
```

```
return prompt.strip()
```

Este texto se envía luego a OpenAI utilizando el siguiente bloque:

```
def generar_analisis_gpt(prompt):
    respuesta = client.chat.completions.create(
        model="gpt-3.5-turbo",
        messages=[
            {"role": "system", "content": "Eres un neuropsicólogo experto en
evaluación cognitiva."},
            {"role": "user", "content": prompt}
        ],
        temperature=0.7,
        max_tokens=1000
    )
    return respuesta.choices[0].message.content
```

## Capítulo 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo tiene como objetivo presentar una evaluación crítica del funcionamiento real de la plataforma desarrollada, mediante la simulación de distintos perfiles de usuario con patrones cognitivos diferenciados. Para ello, se han generado datos manualmente para tres casos concretos, utilizando un *script* diseñado específicamente para simular distintos tipos de evolución cognitiva a lo largo del mes de mayo de 2025. A partir de esos datos, se han generado los informes mensuales con la funcionalidad de análisis integrada en la plataforma

### 6.1 METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN

Se han creado tres perfiles ficticios, cada uno asociado a un patrón cognitivo específico:

- **Usuario A:** mejora progresiva en todas las áreas cognitivas (memoria, atención, razonamiento).
- **Usuario B:** empeoramiento generalizado en todas las áreas cognitivas (memoria, atención, razonamiento).
- **Usuario C:** rendimiento estable en memoria y razonamiento, pero con descenso significativo en atención.

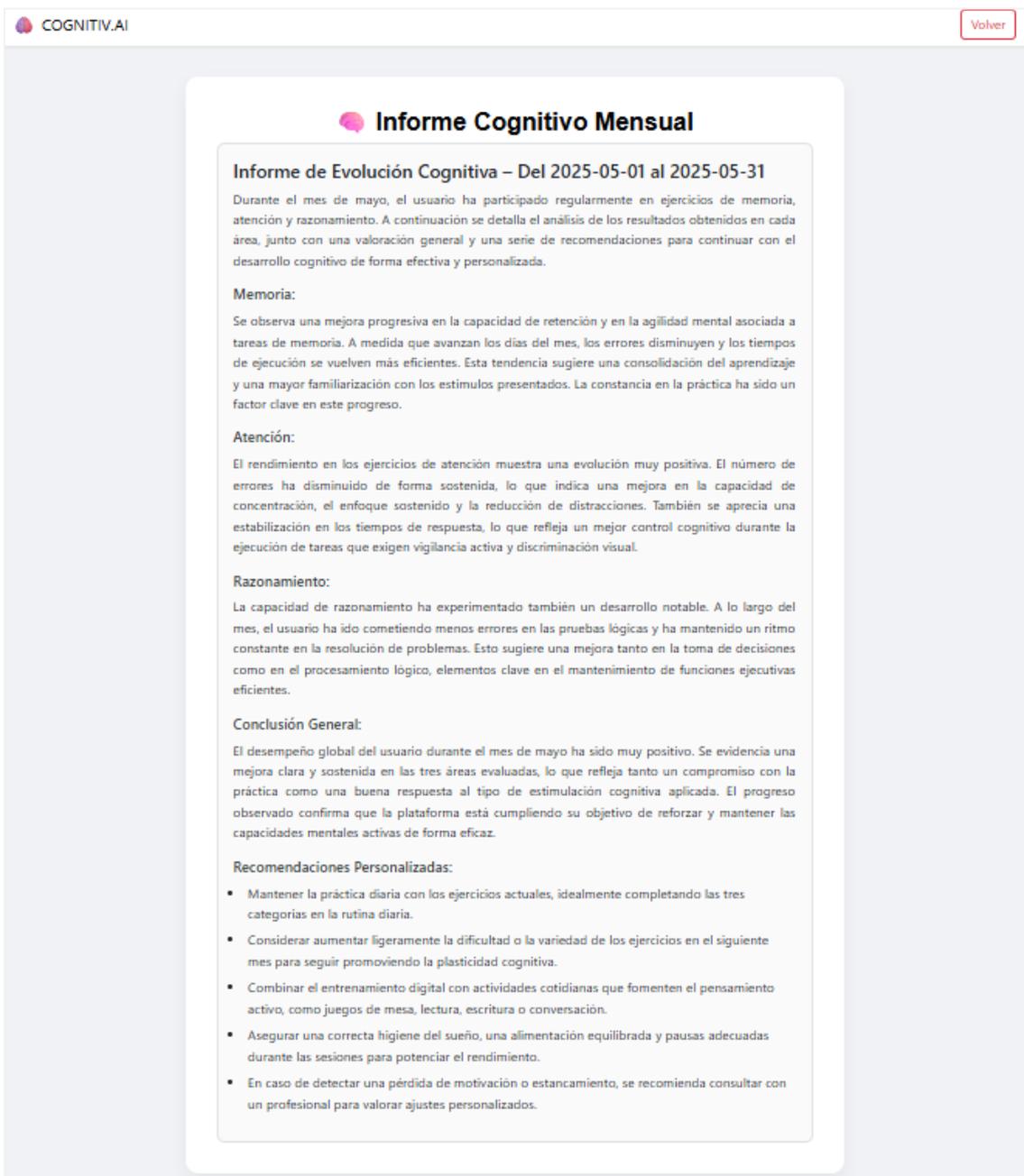
El *script* utilizado para simular los datos insertó resultados diarios durante el mes de mayo para cada tipo de ejercicio. Estos datos fueron procesados por el sistema de generación automática de informes, que analiza tendencias y produce un texto personalizado utilizando la *API de OpenAI*.

## 6.2 ANÁLISIS DEL CASO 1 - MEJORA COGNITIVA GLOBAL

Este primer caso representa a un usuario que ha mostrado una evolución muy positiva a lo largo del mes. En las gráficas se puede observar una disminución sostenida en los errores de cada categoría, junto con una mayor estabilidad en los tiempos de respuesta.



Ilustración 43 - Gráfica de evolución cognitiva (Caso de mejora global)



**Informe Cognitivo Mensual**

**Informe de Evolución Cognitiva – Del 2025-05-01 al 2025-05-31**

Durante el mes de mayo, el usuario ha participado regularmente en ejercicios de memoria, atención y razonamiento. A continuación se detalla el análisis de los resultados obtenidos en cada área, junto con una valoración general y una serie de recomendaciones para continuar con el desarrollo cognitivo de forma efectiva y personalizada.

**Memoria:**

Se observa una mejora progresiva en la capacidad de retención y en la agilidad mental asociada a tareas de memoria. A medida que avanzan los días del mes, los errores disminuyen y los tiempos de ejecución se vuelven más eficientes. Esta tendencia sugiere una consolidación del aprendizaje y una mayor familiarización con los estímulos presentados. La constancia en la práctica ha sido un factor clave en este progreso.

**Atención:**

El rendimiento en los ejercicios de atención muestra una evolución muy positiva. El número de errores ha disminuido de forma sostenida, lo que indica una mejora en la capacidad de concentración, el enfoque sostenido y la reducción de distracciones. También se aprecia una estabilización en los tiempos de respuesta, lo que refleja un mejor control cognitivo durante la ejecución de tareas que exigen vigilancia activa y discriminación visual.

**Razonamiento:**

La capacidad de razonamiento ha experimentado también un desarrollo notable. A lo largo del mes, el usuario ha ido cometiendo menos errores en las pruebas lógicas y ha mantenido un ritmo constante en la resolución de problemas. Esto sugiere una mejora tanto en la toma de decisiones como en el procesamiento lógico, elementos clave en el mantenimiento de funciones ejecutivas eficientes.

**Conclusión General:**

El desempeño global del usuario durante el mes de mayo ha sido muy positivo. Se evidencia una mejora clara y sostenida en las tres áreas evaluadas, lo que refleja tanto un compromiso con la práctica como una buena respuesta al tipo de estimulación cognitiva aplicada. El progreso observado confirma que la plataforma está cumpliendo su objetivo de reforzar y mantener las capacidades mentales activas de forma eficaz.

**Recomendaciones Personalizadas:**

- Mantener la práctica diaria con los ejercicios actuales, idealmente completando las tres categorías en la rutina diaria.
- Considerar aumentar ligeramente la dificultad o la variedad de los ejercicios en el siguiente mes para seguir promoviendo la plasticidad cognitiva.
- Combinar el entrenamiento digital con actividades cotidianas que fomenten el pensamiento activo, como juegos de mesa, lectura, escritura o conversación.
- Asegurar una correcta higiene del sueño, una alimentación equilibrada y pausas adecuadas durante las sesiones para potenciar el rendimiento.
- En caso de detectar una pérdida de motivación o estancamiento, se recomienda consultar con un profesional para valorar ajustes personalizados.

*Ilustración 44 - Informe generado por IA (Caso de mejora global)*

El informe generado de forma automática refleja perfectamente esta evolución ascendente. Destaca la mejora constante en memoria, la mayor precisión en atención y una buena progresión en razonamiento. Además, las recomendaciones ofrecidas son coherentes y útiles para mantener la evolución positiva.

### 6.3 ANÁLISIS DEL CASO 2 - EMPEORAMIENTO GLOBAL

En este caso, el sistema simula a un usuario cuyo rendimiento cognitivo ha descendido en las tres áreas evaluadas. Se aprecian más errores, tiempos de respuesta más irregulares y una mayor dificultad general en la ejecución de los ejercicios.

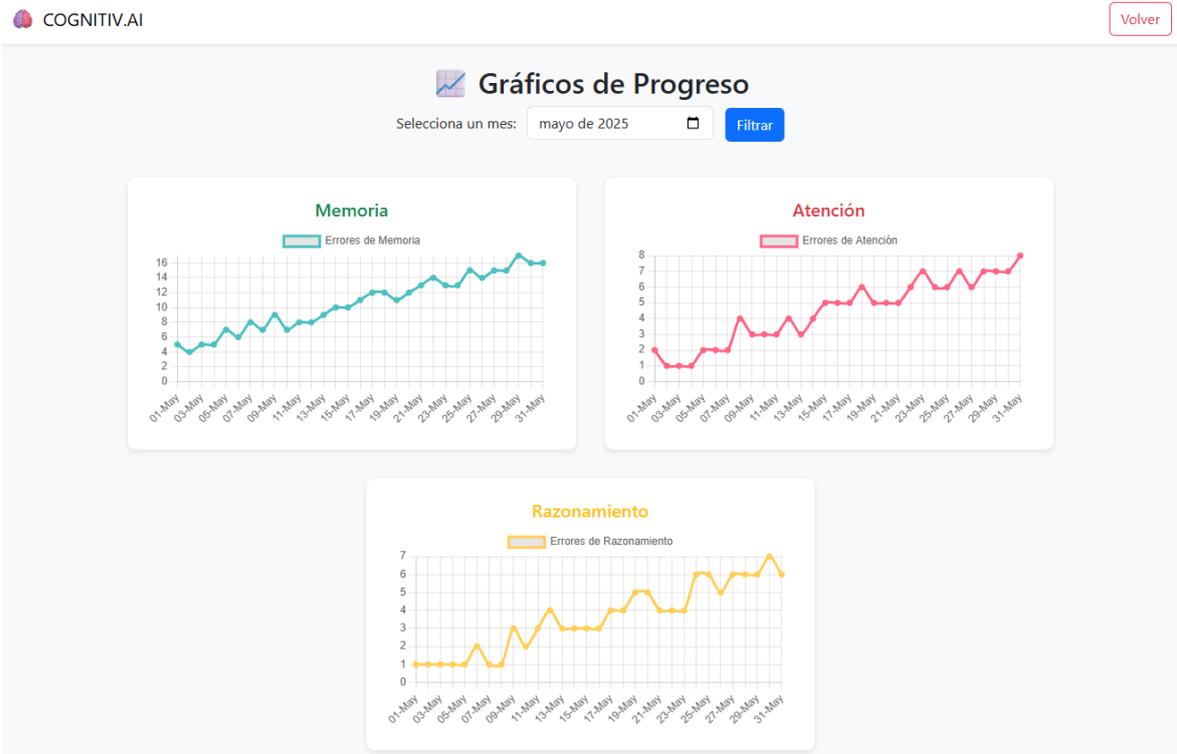


Ilustración 45 - Gráfica de evolución cognitiva (Caso de empeoramiento global)

## Informe Cognitivo Mensual

### Informe de Evolución Cognitiva – Del 2025-05-01 al 2025-05-31

Durante el mes de mayo, el usuario ha estado realizando ejercicios cognitivos de forma constante, abarcando las áreas de memoria, atención y razonamiento. Sin embargo, en este periodo se ha observado una tendencia general negativa en el rendimiento, especialmente a partir de la segunda semana. A continuación, se detallan los resultados por área y se incluyen recomendaciones específicas.

#### Memoria:

Se observa un aumento progresivo en la cantidad de intentos necesarios y en el tiempo empleado para completar los ejercicios. A medida que avanza el mes, los errores son más frecuentes y los tiempos más prolongados, lo que puede indicar dificultades para retener y recordar la información. La tendencia es clara y persistente, y sugiere la necesidad de reforzar esta área con ejercicios de menor dificultad y mayor frecuencia.

#### Atención:

En los ejercicios de atención también se percibe un empeoramiento gradual. El número de errores aumenta semana tras semana, y los tiempos de respuesta se vuelven más variables y prolongados. Hay días donde el rendimiento se ve especialmente afectado, lo cual podría deberse a fatiga, falta de concentración o falta de motivación. Se recomienda reducir la carga cognitiva y favorecer descansos breves entre rondas de atención.

#### Razonamiento:

El área de razonamiento muestra una tendencia descendente, aunque algo más estable. Aumentan las respuestas incorrectas y se detecta cierta pérdida de consistencia en la ejecución. Aunque el número de errores es menor que en las otras áreas, el patrón sugiere una leve pérdida de agilidad mental y de capacidad lógica que convendría trabajar con ejercicios más guiados o apoyos visuales.

#### Conclusión General:

El usuario presenta un descenso significativo en las tres áreas cognitivas analizadas. Aunque ha mantenido la constancia en la realización de los ejercicios, los resultados indican que el nivel de dificultad actual podría no ser el adecuado, o que existen factores externos (estrés, fatiga, falta de sueño) que afectan negativamente su desempeño. Es importante tomar medidas para evitar una desmotivación futura y reconducir esta tendencia.

#### Recomendaciones Personalizadas:

- Disminuir la dificultad de los ejercicios actuales y centrarse en reforzar los básicos.
- Realizar sesiones más cortas pero más frecuentes para mantener el hábito sin generar frustración.
- Incluir ejercicios complementarios de relajación y atención plena (mindfulness) antes de iniciar la rutina.
- Consultar a un especialista si se mantiene esta tendencia negativa en los próximos meses.

Ilustración 46 - Informe generado por IA (Caso de empeoramiento global)

El análisis generado por la plataforma identifica correctamente esta tendencia negativa. El informe hace alusión al aumento de errores, a la inestabilidad en la atención y a la pérdida de consistencia en el razonamiento. Las recomendaciones emitidas están centradas en reducir la dificultad, incrementar descansos y cuidar el entorno de práctica.

## 6.4 ANÁLISIS DEL CASO 3 - DESCENSO EN ATENCIÓN

Este caso simula un escenario más específico: el rendimiento del usuario se mantiene estable en memoria y razonamiento, pero empeora progresivamente en la atención.

COGNITIV.AI

Volver



Ilustración 47 - Gráfica de evolución cognitiva (Caso de empeoramiento de atención)

### Informe Cognitivo Mensual

#### Informe de Evolución Cognitiva – Del 2025-05-01 al 2025-05-31

Durante el mes de mayo, el usuario ha mantenido su rutina cognitiva habitual, realizando ejercicios en las áreas de memoria, atención y razonamiento. Si bien dos de estas áreas presentan resultados estables, se ha detectado un deterioro progresivo en la atención.

#### Memoria:

El rendimiento en memoria ha sido constante y aceptable. La cantidad de intentos y los tiempos de respuesta se mantienen dentro de un rango regular. No se aprecian signos de deterioro, lo que sugiere una buena consolidación de esta capacidad.

#### Atención:

Esta es el área con mayor deterioro durante el mes. El número de errores ha aumentado de forma constante, y los tiempos de respuesta muestran una creciente variabilidad. Esto puede deberse a fatiga acumulada, distracciones frecuentes o una sobreexposición a tareas exigentes sin pausas adecuadas. El patrón observado requiere atención inmediata para evitar que esta disminución afecte a otras capacidades cognitivas.

#### Razonamiento:

El área de razonamiento se mantiene estable, con un número reducido de errores y tiempos de respuesta adecuados. El usuario ha demostrado conservar su capacidad lógica y de resolución de problemas a lo largo del mes sin fluctuaciones significativas.

#### Conclusión General:

El usuario presenta un rendimiento desigual entre las distintas áreas cognitivas. La memoria y el razonamiento se mantienen estables, pero la atención ha sufrido un claro empeoramiento durante el mes. Este desequilibrio sugiere la necesidad de adaptar la rutina para proteger el desempeño global y prevenir un impacto mayor en el resto de funciones.

#### Recomendaciones Personalizadas:

- Incluir ejercicios más breves y dinámicos de atención para evitar la fatiga.
- Establecer un entorno libre de distracciones al realizar las sesiones.
- Probar diferentes horarios del día para identificar cuándo existe mayor claridad mental.
- Combinar las sesiones con pausas activas o ejercicios físicos suaves para facilitar la recuperación cognitiva.

*Ilustración 48 - Informe generado por IA (Caso de empeoramiento de atención)*

El informe generado describe con precisión esta situación, diferenciando entre áreas con estabilidad y la atención como foco de deterioro. Las sugerencias incluyen ejercicios específicos, control del entorno y ajuste en el horario de práctica.

## **6.5 VALORACIÓN GENERAL DEL MÓDULO DE ANÁLISIS**

Los tres casos confirman que el sistema de generación de informes no solo funciona correctamente a nivel técnico, sino que también cumple su función como herramienta de valor para el usuario. Los informes son personalizados, claros y empáticos, facilitando la comprensión de su evolución cognitiva sin recurrir a tecnicismos. Además, el contenido se adapta al perfil y evolución del usuario, ofreciendo sugerencias concretas, humanas y realistas.

## Capítulo 7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

### 7.1 CONCLUSIONES GENERALES DEL PROYECTO

Este proyecto ha tenido como objetivo principal diseñar y desarrollar una plataforma web interactiva que sirva como herramienta de entrenamiento cognitivo para personas mayores. La idea surgió de una inquietud personal: cómo usar la tecnología de forma útil y cercana para mejorar la calidad de vida de un grupo de población que muchas veces queda fuera del mundo digital.

Desde el inicio, el enfoque ha sido muy claro: crear algo sencillo, funcional y que tuviera sentido real. A lo largo del desarrollo, se han implementado todos los elementos fundamentales para que el sistema funcione de forma autónoma: registro de usuarios, organización de juegos según áreas cognitivas, seguimiento del progreso, generación de informes automáticos y un diseño visual cómodo pensado para personas que no están acostumbradas a usar ordenadores.

El resultado es una plataforma totalmente funcional, construida con tecnologías actuales como *Flask*, *SQLite* y *la API de OpenAI*, y organizada de forma modular para facilitar futuras ampliaciones. Aunque ha sido un proyecto académico, se ha trabajado como si fuera una solución profesional real, cuidando los detalles y manteniendo siempre presente la experiencia del usuario final.

## **7.2 CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS Y APORTACIONES**

Al revisar la propuesta inicial del proyecto, puedo decir que la mayoría de los objetivos se han cumplido. Se ha conseguido desarrollar una aplicación completa desde cero, que responde a una necesidad real, y que está técnicamente bien resuelta.

Además de los aspectos técnicos (como integrar una *API* externa, gestionar una base de datos o crear una interfaz accesible), este proyecto ha influido en el aprendizaje de cómo pensar desde el punto de vista del usuario, especialmente uno que puede tener dificultades tecnológicas. Diseñar algo pensando en cómo lo va a usar una persona mayor ha sido un reto distinto a otros proyectos anteriores.

También ha sido una buena forma de aplicar todo lo aprendido durante la carrera: programación, diseño de sistemas, bases de datos, accesibilidad, diseño web, usabilidad... Y más allá de lo académico, ha sido una experiencia que me ha hecho crecer como desarrollador. Me ha obligado a organizarme, a tomar decisiones técnicas y a pensar cómo construir algo que no solo funcione, sino que tenga valor real.

## **7.3 UTILIDAD SOCIAL Y POTENCIAL DE LA PLATAFORMA**

Uno de los puntos más importantes de este proyecto es que tiene un impacto potencial real. Las personas mayores representan un grupo cada vez más numeroso en la sociedad, y muchas de ellas están interesadas en mantenerse mentalmente activas, pero no encuentran herramientas que sean cómodas y fáciles de usar.

Esta plataforma está pensada justamente para cubrir esa necesidad: se puede usar desde cualquier navegador, no requiere instalación, tiene un diseño claro y está enfocada en mejorar funciones cognitivas como la memoria, la atención o el razonamiento.

Además, podría tener aplicaciones no solo a nivel individual, sino también en contextos profesionales. Por ejemplo, se podría usar en residencias, centros de día o incluso como apoyo en programas de estimulación cognitiva guiados por terapeutas. El hecho de que genere informes automáticos y guarde el historial del usuario facilita ese tipo de seguimiento más profesional.

## 7.4 POSIBLES MEJORAS Y LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS

Aunque la plataforma funciona correctamente y cumple con su objetivo principal, hay muchas ideas para seguir mejorándola en el futuro. Algunas de las más interesantes son:

- **Adaptación del nivel de dificultad:** Actualmente, todos los usuarios ven los mismos ejercicios con el mismo nivel. En el futuro, estaría bien que el sistema pudiera ajustar la dificultad de forma automática según el rendimiento de cada persona. Así, si un usuario mejora, los ejercicios se vuelven un poco más exigentes, y si tiene más dificultades, se simplifican. Esto haría el entrenamiento más personalizado y eficaz.
- **Ampliación del catálogo de juegos:** Por ahora, hay una base sólida de ejercicios, pero se podrían añadir otros tipos de juegos que trabajen nuevas áreas cognitivas, como la memoria auditiva, la velocidad de procesamiento o incluso juegos que mezclen varias habilidades a la vez. También sería interesante añadir más variedad dentro de cada categoría para evitar la repetición.
- **Versión para móviles o tablets:** Aunque la plataforma ya funciona en navegadores, muchos mayores están más acostumbrados a usar *tablets* que ordenadores. Desarrollar una versión en formato *app* podría facilitar mucho su uso y hacerlo aún más accesible.

- **Panel de control para profesionales:** Otra posible mejora sería crear una sección pensada para terapeutas, cuidadores o familiares, donde puedan ver el progreso de varios usuarios, comparar resultados o programar ejercicios personalizados. Esto permitiría usar la plataforma como una herramienta complementaria en entornos de atención profesional.
- **Elementos de motivación y seguimiento:** Se podrían introducir logros, recordatorios o mensajes personalizados que ayuden a mantener la constancia en el uso. Algo tan simple como recibir un mensaje positivo tras completar un juego puede marcar la diferencia a la hora de seguir usando la plataforma.
- **Integración con tecnologías como asistentes de voz:** En el futuro, se podría explorar la posibilidad de usar asistentes virtuales (como *Alexa* o *Google Assistant*) para que el usuario reciba ayuda, instrucciones o incluso pueda iniciar los ejercicios sin necesidad de navegar por la pantalla.

Todas estas mejoras demuestran que el proyecto no está cerrado. Al contrario, se ha planteado como una base sólida sobre la que seguir construyendo. Lo importante es que ya se ha dado el primer paso: crear una plataforma funcional, pensada con sentido y con potencial real para seguir creciendo.

## Capítulo 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Instituto Nacional de Estadística. (2024, junio 24). *Proyecciones de población. Años 2024-2074*. <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/PROP20242074.htm>
- [2] Villarejo, A., Prieto, C., Eimil, M., López de Silanes, C., & Llanero, M. (2017). *Impacto social de la enfermedad de Alzheimer y otras demencias*. Fundación del Cerebro - Sociedad Española de Neurología. <https://www.sen.es/saladeprensa/pdf/Link219.pdf>
- [3] Arsys. (2024). *Arquitectura cliente servidor: qué es, tipos y ejemplos*. Recuperado de <https://www.arsys.es/blog/todo-sobre-la-arquitectura-cliente-servidor>
- [4] Amazon Web Services. (2024). *¿Qué es Python?*. <https://aws.amazon.com/es/what-is/python/>
- [5] Flask. (2010). *Welcome to Flask - Flask Documentation (3.1.x)*. <https://flask.palletsprojects.com/>
- [6] IONOS. (2023). *SQLite: todo sobre el sistema de bases de datos*. <https://www.ionos.com/es-us/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/sqlite/>
- [7] Mozilla Developer Network. (2025). *Mi primer formulario HTML - Aprende desarrollo web*. [https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Forms/Your\\_first\\_form](https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Forms/Your_first_form)
- [8] Bootstrap. *Bootstrap - The most popular HTML, CSS, and JS library in the world*. <https://getbootstrap.com/>
- [9] Amazon Web Services. (2024). *¿Qué es JavaScript?*. <https://aws.amazon.com/es/what-is/javascript/>
- [10] OpenAI. (2023). *OpenAI API documentation*. <https://platform.openai.com/docs/introduction>

- [11] Microsoft. *Visual Studio Code*. <https://code.visualstudio.com/>
- [12] GitHub. (2024). *GitHub: Where the world builds software*. <https://github.com/>
- [13] Lumosity. (2025). *Brain training, games and workouts*. Lumosity. Recuperado de <https://www.lumosity.com/>
- [14] CogniFit. (2025). *Evaluación y entrenamiento cognitivo personalizado*. CogniFit. Recuperado de <https://www.cognifit.com/es>
- [15] NeuronUP. (2025). *Plataforma para profesionales de la neurorrehabilitación*. NeuronUP. Recuperado de <https://www.neuronup.com/>
- [16] Fraser, K. C., Nordlund, A., Kokkinakis, D., & Eckerström, M. (2019). *Predicting MCI status from multimodal language data using cascaded classifiers*. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11, 205. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00205>
- [17] Brinkschulte, L., Mariacher, N., Schlögl, S., Torres, M. I., Justo, R., Olaso, J. M., ... Esposito, A. (2021). *The EMPATHIC Project: Building an expressive, advanced virtual coach to improve independent healthy-life-years of the elderly*. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2104.13836>
- [18] García-Gutiérrez, F., Alegret, M., Marquié, M., Muñoz, N., Ortega, G., Cano, A., ... Valero, S. (2024). *Unveiling the sound of the cognitive status: Machine learning-based speech analysis in the Alzheimer's disease spectrum*. *Alzheimer's Research & Therapy*, 16(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s13195-024-01394-y>
- [19] Fundamental Rights Agency. (2023). *Fundamental rights of older people: Ensuring access to public services in digital societies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://fra.europa.eu/en/publication/2023/older-people-digital-rights>

- [20] Wechsler, D. (2008). *WAIS-IV: Escala de inteligencia de Wechsler para adultos IV*. Manual técnico y de interpretación. Pearson Clinical & Talent Assessment.
- [21] Golden, C. J., & Freshwater, S. M. (2002). *Stroop Color and Word Test: A Manual for Clinical and Experimental Uses*. Stoelting Co.
- [22] Raven, J. C. (2003). *Matrices Progresivas de Raven: Escalas general y coloreada. Manual*. Pearson Educación.
- [23] Castellero Mimenza, Ó. (2025, junio 16). *El test de Stroop: ¿qué es y para qué sirve?* Psicología y Mente. <https://psicologiymente.com/psicologia/test-de-stroop>
- [24] Guerri, M. (2023, octubre 25). *Cómo funcionan y qué evalúan las Matrices de Raven*. PsicoActiva. <https://www.psicoactiva.com/blog/funcionan-evaluan-las-matrices-raven/>

# ANEXO I: ALINEACIÓN DEL PROYECTO CON LOS ODS

Aunque este proyecto ha sido desarrollado en un contexto académico, desde el principio se ha planteado con una intención clara de aportar valor. El diseño de esta plataforma no solo responde a una necesidad técnica, sino también a una inquietud social: crear una herramienta útil, accesible y realista que contribuya al bienestar de las personas mayores.

Por eso, tiene sentido enmarcar este trabajo dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la ONU, ya que su enfoque encaja con varias metas relacionadas con la salud, la educación, la inclusión y la innovación. A continuación, se detallan los ODS con los que el proyecto guarda una relación directa:

## **ODS 3: Salud y Bienestar**

*“Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.”*

El objetivo principal de esta plataforma es ofrecer una herramienta digital que ayude a las personas mayores a mantener activas sus capacidades mentales, contribuyendo así a un envejecimiento más saludable.

El entrenamiento cognitivo regular se ha relacionado con una mejor calidad de vida en la tercera edad, y esta plataforma facilita esa práctica desde casa, sin depender de recursos externos o desplazamientos. Además, el seguimiento de resultados y la generación de informes pueden ser útiles también en contextos más clínicos, como parte de una intervención o prevención del deterioro cognitivo.

#### **ODS 4: Educación de Calidad**

*“Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.”*

Aunque no es una plataforma educativa en el sentido tradicional, este proyecto promueve el aprendizaje y el desarrollo cognitivo continuo durante una etapa vital en la que suelen desaparecer las oportunidades formales de formación.

Además, supone una forma de aprendizaje digital para personas que no están familiarizadas con la tecnología, ofreciendo una experiencia sencilla e intuitiva que también fomenta la inclusión digital.

#### **ODS 10: Reducción de las Desigualdades**

*“Reducir la desigualdad en y entre los países.”*

Una de las desigualdades más visibles en la actualidad es la brecha digital por edad. Muchas personas mayores no se sienten cómodas utilizando ordenadores o navegando por internet, lo que limita su acceso a servicios, formación o entretenimiento.

Esta plataforma trata de reducir esa barrera, ofreciendo un entorno digital específicamente adaptado a sus necesidades, con botones grandes, instrucciones claras y navegación sencilla. También puede ser replicada en distintos contextos sin necesidad de grandes recursos, lo que refuerza su potencial para reducir desigualdades tecnológicas.

## **ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura**

*“Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.”*

Aunque a menor escala, este proyecto también representa una forma de innovación aplicada al ámbito social. Utiliza herramientas modernas como la inteligencia artificial y el desarrollo web para abordar un problema concreto desde una perspectiva práctica.

La estructura modular del sistema, el uso de tecnologías accesibles y su potencial de crecimiento hacen que esta plataforma pueda considerarse una pequeña pero válida contribución a la innovación social en el campo de la salud y el bienestar digital.

Este trabajo no solo ha sido una práctica de desarrollo web o de integración de inteligencia artificial. Ha sido también una forma de responder, desde lo digital, a una necesidad humana real. Por eso, su alineación con los ODS refuerza aún más su sentido: es un proyecto que, además de funcionar técnicamente, busca tener un impacto positivo en la vida de las personas.

## ANEXO II

Enlace al repositorio de GitHub:

<https://github.com/GonzaloIcai/TFG.git>